

Реферат

Тема «Разработать технологический процесс изготовления корпуса М13801.04.043»

В настоящей выпускной квалификационной работе был разработан технологический процесс изготовления корпуса. Работа состоит из пояснительной записки и графической частей.

Пояснительная записка содержит следующие главы: Введение, аналитическая часть, формулировки проектной задачи, поиска оптимального варианта технологического проекта, теоретической, технологической, конструкторской, организационной части и экономической части.

В аналитической части описаны назначение, программа выпуска и свойства материала детали и базовый технологический процесс.

В разделе «Поиск оптимального варианта» описаны способы получения заготовки, последовательность технологического процесса обработки с учетом анализа существующих технологических процессов и расчет припусков.

В технологической части описывается принятое оборудование, инструмент и приспособления, производится расчет режимов резания и основного и вспомогательного времени на обработку детали.

В конструкторской части мы разработали токарное приспособление, режущий и мерительный инструмент.

В разделе «Безопасности и экологичности» освещены вопросы производственных вредных факторов, меры предупреждения и охраны рабочих мест от вредных факторов.

В экономической части ведены расчеты экономического обоснования проектируемого технологического процесса, а также определены технико-экономические показатели.

В графической части представлены чертежи деталей с заготовкой, четыре карты наладки, токарное приспособление, мерительный и режущий инструмент.

abstract

Theme: "The technological process of manufacturing the housing M13801.04.043"
In this final qualifying work of the technological hull manufacturing process was developed. The work consists of explanatory note and graphical parts.

The explanatory note contains the following chapters: introduction, analytical part, Skye, formulation of project objectives, finding the optimal variant of the process of the project, theoretical, technological, engineering, and economic organization of the parts.

The analytical part describes the purpose, the release properties of the program and details of the material and the basic process.

In the "Search for the best option," describes how to obtain a preform, the sequence of technological processing based on the analysis of existing processes and the calculation of allowances.

The technological part describes the received equipment, tools and devices, calculates cutting conditions and the main and auxiliary processing time details.

The design of the device we have developed a lathe, cutting and measuring tools.

In the "Security and environmental protection" covered issues of production-governmental harmful factors, prevention measures and the protection of jobs against harmful factors.

In the economic calculations of the vedeny feasibility study designed process, and identified technical and economic indicators.

The graphic part presents the drawings of parts with the workpiece, four card set-up, lathe tool, measuring and cutting nnstrument.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
Введение	4
1. Аналитическая часть	5
1.1 Служебное назначение изделия	5
1.2 Производственная программа выпуска изделия и детали.	8
1.3 Анализ технологичности изделия и чертежа детали	6
1.4 Описание базового технологического процесса	8
2. Формулировка проектной задачи	14
3. Технологическая часть	15
3.1 Технологический процесс сборки изделия	15
3.2 Выбор заготовки и метода её получения	15
3.3 Выбор баз	20
3.4 Технологический процесс механической обработки детали	24
3.5 Выбор оборудования и средств технологического оснащения	25
3.6 Расчёт припусков на механическую обработку	29
3.7 Расчёт режимов резания	32
3.8 Нормирование технологического процесса механической обработки	47
4. Конструкторская часть	51
4.1 Обоснование и описание конструкции	51
4.2 Расчёт приспособления на точность	51
4.3 Силовой расчёт механизма	52
5. Организационная часть	53
5.1 Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки	53
5.2 Определение численности рабочих	54
6. Квалиметрическая оценка проекта	55
Список литературы	56
Приложение	57

Введение

Машиностроение традиционно является ведущей отраслью промышленности. Рост технического уровня различных отраслей промышленности, темпы его технического перевооружения в значительной степени зависят от уровня машиностроения.

Развитие машиностроения определяется как разработкой принципиально новых конструкций машин, так и совершенных технологий их изготовления. В настоящее время предъявляются высокие требования к точности продукции. Однако повышенный контроль за качеством продукции и использование дорогостоящих способов обработки (лазерная, электронно-лучевая, ультразвуковая) ведет к увеличению себестоимости. Поэтому важнейшей задачей технолога является получение максимально точной продукции при оптимальных затратах. Экономичность производства напрямую зависит от качества технологических процессов, разрабатываемых на нём.

Актуальность курсового проекта заключается в улучшении существующего технологического процесса, уменьшения времени на механическую обработку, увеличении коэффициента использования материала и загрузки оборудования.

При разработке курсового проекта решаются следующие задачи: отработка детали на технологичность, выбор средств технологического оснащения, выбор рационального способа получения заготовки, определение баз, составление технологического маршрута обработки детали, расчет припусков и режимов резания, конструирование приспособления на операцию, оценка экономической эффективности разработанного и базового технологических процессов.

1. РАСЧЁТЫ И АНАЛИТИКА

Студент гр. В-10А11

(Подпись)

А.В. Пархоменко

(Дата)

Руководитель
к.т.н., доцент кафедры ТМС

(Подпись)

А.В. Проскоков

(Дата)

Нормоконтроль,
к.т.н., доцент кафедры ТМС

(Подпись)

А.А. Ласуков

(Дата)

1.1 Служебное назначение и технические характеристики

Изделие «Корпус» с заводским номером М13801.04.043 входит в сборку М138.01.000СБ «Гидроцилиндр», который является частью стойки крепи.

Корпус изготавливаются из углеродистой конструкционной стали марки 35 ГОСТ 1050-88. Химический состав данной стали приведен в таблице 1.1, а ее физико-механические свойства в таблице 1.2.

Таблица 1.1. Химический состав стали 35

Химический состав, %						
C	Mn	Si	S	P	Ni	Cr
0,32...0,4	0,5...0,8	0,17...0,37	≤0,04	≤0,035	≤0,25	≤0,25

Таблица 1.2. Механические свойства стали 35

Марка стали	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %	Кси, Дж/см ²	НВ, не более
Сталь 35	245	480	22	48	49	143÷179

σ_T – предел текучести;

σ_B – предел прочности на растяжение;

δ – относительное удлинение при разрыве короткого образца;

ψ – относительное сужение сечения;

Кси – ударная вязкость.

Данная сталь имеет следующие технологические свойства:

1. свариваемость – ограниченно свариваемая;
2. обрабатываемость – $K_{V\sigma_{ст}} = 1,1$.

1.2 Производственная программа и определение типа производства

Для каждого типа производства характерны свои маршруты изготовления деталей. Поэтому прежде чем приступить к проектированию технологического процесса механической обработки детали, необходимо, исходя, из заданной производственной программы и характера подлежащей обработки детали установить тип производства и соответствующую ему форму организации выполнения технологического процесса.

В соответствии с [1], по заданному количеству обрабатываемых в год деталей ориентировочно определяется среднесерийный тип производства.

Таблица 1.3. Годовая программа выпуска детали

№ чертежа	Наименование детали	Марка материала	Число деталей на изделие	Процент на запасные части	Число деталей, шт.			Масса, т	
					На основную программу	На запасные части	Всего	Детали	На программу с запасными частями
M13801.04.043	Корпус	Сталь 35	1	10	1820	180	2000	0,0033	6,6

Тип производства определён приближённо, используя [1]. В дальнейшем после разработки технологических процессов сборки и изготовления детали серийность производства будет уточняться. Уточнение производится по коэффициенту закрепления операций в соответствии с ГОСТ 14.004-83. Коэффициент закрепления операций определяется по формуле:

$$K_{30} = \frac{P_o}{C} = \frac{F_d}{N \cdot t_{шт.-к.ср.}}, \quad (1.1)$$

где P_o – количество операций в технологическом маршруте;

C – расчетное количество рабочих мест, необходимых для выполнения годовой программы;

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час;

N – годовая программа, шт.;

$t_{шт.-к.ср.}$ – среднее штучно-калькуляционное время выполнения операции

Для серийного производства определяется размер партии запуска:

$$n = \frac{N \cdot a}{F} \quad (1.2)$$

где n – размер партии запуска, шт.;

a – период запуска в днях, по рекомендациям [1]

Принимаем $a = 12$.

F – число рабочих дней в году, для 2016-го года $F = 250$ дней.

$n = 2000 \cdot 12 / 250 = 96$ шт.

1.3 Анализ действующего технологического процесса

Технологичность конструкции изделия определена ГОСТ 14.205–83 как совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ.

Анализ технологичности конструкции изделия M138.04.000 СБ «Клапан»

Конструкция корпуса позволяет производить его сборку предварительно собранных узлов.

Возможно осуществление параллельной сборки, одновременное и незави-

симое присоединение составных частей.

В конструкции не предусмотрены установочные элементы (штифты, шплинты и др.).

Возможно механизация сборочных работ (применение гайковертов).

Крепление производится болтами и гайками, не предусмотрено применение сварки и склеивания.

Конструкция изделия не представляет сложность при захвате и транспортировке.

На основании выше изложенного можно сказать, что конструкция изделия в целом технологична, и что сборку можно производить высокопроизводительным оборудованием, а также произвести её автоматизацию.

Технологичность конструкции обуславливается рациональным выбором исходных заготовок, технологичностью формы детали, рациональной постановкой размеров, назначением оптимальной точности размеров, форм и взаимного расположения поверхностей, параметров шероховатости и технических требований.

Технологичность конструкции оценивается качественно и количественно.

1.3.1 Качественная оценка технологичности изделия

В качестве заготовки принята штампованная поковка, полученная на кришошипном горячештамповочном прессе. Этот вид заготовки является оптимальным для данной конструкции деталей и серийности производства – мелкосерийного.

Конструкция детали позволяет вести обработку плоскостей на проход. Возможна одновременная обработка комбинированным инструментом ступенчатых отверстий. К обрабатываемым поверхностям имеется свободный доступ инструмента. Деталь не имеет плоскостей, расположенных под тупыми углами, все плоскости либо параллельны друг другу, либо перпендикулярны. Деталь не имеет отверстий, расположенных не под прямым углом к плоскости входа инструмента. Жёсткость детали позволяет применить высокопроизводительные режимы резания. Деталь имеет достаточные по размерам базовые поверхности для установки в приспособлениях.

Надёжность работы гидравлического узла в основном определяется надёжностью уплотнений, которая, в свою очередь, определяется качеством рабочих поверхностей: (круглости, цилиндричности), допусками расположения поверхностей (соосности, симметричности), параметрами шероховатости.

Таким образом, делаем вывод, что по качественным показателям деталь технологична.

1.3.2 Количественная оценка технологичности изделия

Количественную оценку технологичности изделия производим по следующим показателям:

По коэффициенту унификации конструктивных элементов детали:

$$K_{yэ} = \frac{Q_{yэ}}{Q_э}, \quad (1.3)$$

где $Q_э$ – количество элементов детали, $Q_э = 29$;

$Q_{yэ}$ – количество унифицированных элементов детали, $Q_{yэ} = 23$.

$$K_{yэ} = \frac{18}{24} = 0,75;$$

По этому показателю деталь технологична, так как $K_{yэ} > 0,6$.

По коэффициенту использования материала:

$$K_{им} = \frac{m_{дет}}{m_{заг}}, \quad (1.4)$$

где $m_{дет}$ – масса готовой детали;

$m_{заг}$ – масса заготовки.

$$K_{им} = \frac{3,3}{5,45} = 0,6.$$

$K_{им} < 0,7$, что свидетельствует об не удовлетворительном использовании материала.

Таким образом, делаем вывод что, деталь является не технологичной по данному показателю.

По коэффициенту точности обработки:

$$K_{тч} = 1 - \frac{1}{A_{ср}}, \quad (1.5)$$

где $A_{ср}$ – средний квалитет точности, который определяется по формуле:

$$A_{ср} = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 19n_{19}}{\sum_{i=1}^{19} n_i}, \quad (1.6)$$

где n_i – число поверхностей детали точностью соответственно по 1...19-му квалитетам;

$$A_{ср} = \frac{9 \cdot 6 + 14 \cdot 15}{24} = 11.$$

$$K_{тч} = 1 - \frac{1}{11} = 0,91.$$

По этому показателю деталь технологична, так как $K_{yэ} > 0,8$.

По коэффициенту шероховатости:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{ср}}, \quad (1.7)$$

где $B_{ср}$ – средняя шероховатость поверхности, определяемая в значениях параметра Ra , по формуле:

$$B_{ср} = \frac{0,01n_1 + 0,02n_2 + \dots + 40n_{13} + 80n_{14}}{\sum_{i=1}^{14} n_i}, \quad (1.8)$$

где p_i – количество поверхностей детали, имеющих шероховатость, соответствующую данному числовому значению параметра R_a .

$$B_{cp} = \frac{2,5 \cdot 8 + 6,3 \cdot 6 + 12,5 \cdot 10}{24} = 7,1;$$

$$K_{ш} = \frac{1}{7,1} = 0,14.$$

По этому показателю деталь технологична, так как $K_{y9} < 0,32$.

1.3.3 Описание базового технологического процесса

Базовый технологический процесс изготовления корпуса М13801.04.043 единичный, пооперационный разработан для мелкосерийного производства, способ получения заготовки – штамповка.

Данный способ экономически оправдан в условиях мелкосерийного производства. Конструкция, назначение детали, метод ее получения и точность позволяет исключить обработку наружных поверхностей, кроме базовых плоскостей.

Таблица 1.4 – Базовый технологический процесс обработки детали

Операция	Наименование операции	СТО			
		Оборудование	Приспособления, СОЖ	Режущий инструмент	Измерительный инструмент
005	Фрезерная Иот№6Б	BM127M	Тиски машин.	Фреза СТП1451	ШЦ-I 0-125 _{-0,1} ШЦ-II 0-250 _{-0,05}
010	Фрезерная Иот№6Б	BM127M	Тиски машин.	Фреза СТП1451	ШЦ-II 0-250 _{-0,05}
015	Слесарная Снять заусенцы, притупить острые кромки Иот№410.	Верстак	-	-	-
020	Фрезерная Иот№151	ГФ2171С3	Приспособление 319-1159	Фреза 32 ГОСТ 17023 Св.центр 011-715 Сверло 6 ГОСТ 10902 Сверло 017-98 Сверло 122 ГОСТ 10903 Зенкер 027-688 Зенкер Ø31,5×90° ГОСТ14953 Развертка 037-496 Развертка 037-498	ШЦ-I 0-125 _{-0,1} ШЦ-II 0-250 _{-0,05} Пробка 6Н14 СТП4307 Пробка 12Н14 СТП4307 Пробка 14 100-2676 Пробка 20 100-2678 Калибр 151-842 Калибр 151-745
025	Слесарная Снять заусенцы, притупить острые кромки Иот№410.	Верстак	-	-	-

Таблица 1.4. Продолжение

Операция	Наименование операции	СТО			
		Оборудование	Приспособления, СОЖ	Режущий инструмент	Измерительный инструмент
030	Токарная Иот№4-91, 90-91.	СТП220АП	Приспособление 304-756	Резец 25×32 лев СТП1184 Сверло Ø36 ГОСТ 109203 Сверло «П» Ø36 ГОСТ 109203 Резец 20×20×250 СТП1176 Резец 20×20×250 СТП1176 Резец 20×20×220 СТП1173 Резец 16×16 ГОСТ18885-73	Глубомер 107-1381 ШЦ-I 0-125 _{-0,1} ШГ –СТП – 4350 ШГ ГОСТ 162-160 Пробка Пробка Ø45 100-2825 Пробка п/р М42×1,5 100-2824 Калибр 110-1109 ПР 110-1111 НЕ Нутромер 101-923
035	Фрезерная Иот№151	ГФ2171СБ	Приспособление 319-1150	Сверло 011-715 Сверло 017-98 Сверло 13,5 П ГОСТ 10903 Сверло 8 ГОСТ 10903 Зенкер 027-688 Зенкер Ø31,5×90° ГОСТ14953 Развертка 037-496 Развертка 037-498 Сверло 5 ГОСТ 10902 Сверло 3 ГОСТ 10902	ШЦ-I 0-125 _{-0,1} ШЦ-II 0-250 _{-0,05} Пробка 5 ^{+0,3} СТП 4307 Пробка 3 ^{+0,25} СТП 4307 Пробка 8Н14 СТП4307 Пробка 14 100-2676 Пробка 20 100-2678 Калибр 151-842 Калибр 151-745
040	Фрезерная ИОт№151	ГФ2171СБ	Приспособление 319-1150	Сверло 011-715 Сверло 9 СТП 1201 Сверло 19,5 П СТП1201	ШЦ-I 0-125 _{-0,1} ШЦ-II 0-250 _{-0,05} Пробка 9Н14 СТП4307

Таблица 1.4. Продолжение

Операция	Наименование операции	СТО			
		Оборудование	Приспособления, СОЖ	Режущий инструмент	Измерительный инструмент
040	Фрезерная ИОт.№151	ГФ2171СБ	Приспособление 319-1150	Зенкер 027-763 Зенкер 027-765 Сверло 14 ГОСТ 10903 Зенковка 20×120° ГОСТ14953 Развертка 037-741 Развертка 037-742	Пробка п/р М16-6Н п/никель 100-2938 Пробка Ø 21 п/никель 100-2681
043	Сверлильная ИОт.5А	2С132К	Приспособление УСП	Сверло 5 ГОСТ 10902	-
045	Слесарная Снять заусенцы, притупить острые кромки Иот.№410.	Верстак	-	Метчик 043-435, 043-437, 043-437-01 Шабер 093-253, 093-277, 093-279 Борфреза Ø10 2844-0701 ГОСТ 18944-73	Калибр 110-1118, 110-1120 Пробка ПР п/н М42×1,5-6Н 110-1109 Пробка НЕ п/н М42×1,5-6Н 110-1111
050	Контрольная ИОт.356, 238а	-	Плита	-	Калибр 100-2676 Калибр 100-2678 Калибр 100-2681 Калибр 100-2827 Калибр 100-2825 Калибр 110-1109, 110-1111 Калибр 110-1118, 110-1120
055	Покрытие	-	-	-	-
060	Контрольная ИОт.356, 238а	-	Плита	-	-

1.4 Выбор заготовки и метода ее изготовления

Себестоимость изготовления детали определяется суммой затрат на исходную заготовку и её механическую обработку, поэтому в конечном счёте важно обеспечить снижение всей суммы, а не одной её составляющих. Метод получения заготовок для деталей машин определяется назначением и конструкцией детали, материалом, серийностью производства, а также экономичностью изготовления. Исходя из конструкции детали, серийности производства, заготовку для рассматриваемой детали рекомендуется получать двумя методами: штамповкой в открытом штампе и литьем в оболочковую форму. Производим технико-экономический расчет двух вариантов изготовления заготовки: штамповка, выполняемая на кривошипных горячештамповочных прессах (КГШП) и литье.

Произведём сравнение вариантов выбора заготовки на основе экономического расчёта по формуле технологической себестоимости детали.

$$S_T^I = \frac{m_{\text{дет}}}{K_{\text{им}}} \cdot [C_{\text{заг}} + C_c \cdot (1 - K_{\text{им}})], \quad (1.9)$$

где $K_{\text{им}}$ – проектный коэффициент использования материала заготовки;

$C_{\text{заг}}$ – стоимость 1 кг материала заготовки, руб.;

C_c – стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке в среднем по машиностроению.

1.4.1 Заготовка, получаемая на кривошипных горячештамповочных прессах, в открытом штампе.

Расчёт будем производить по методике, изложенной в ГОСТ 7505–89 [2].

Исходные данные по детали:

Материал – сталь 35.

Масса детали – $m_d = 3,3$ кг.

Исходные данные для расчёта.

Ориентировочная масса поковки:

$$m_{\text{пр}} = m_d k_p, \quad (1.10)$$

где k_p – коэффициент для определения ориентировочной расчётной массы поковки, $k_p = 1,4$.

$$m_{\text{пр}} = 3,3 \cdot 1,4 = 4,6 \text{ кг.}$$

Класс точности – Т5.

Группа стали – М1.

Степень сложности определяется по соотношению $m_{\text{пок.}}/m_{\text{фиг.}}$ (1.11)

где $m_{\text{фиг}}$ – масса описывающей фигуры определяется по формуле:

$$m_{\text{фиг}} = V_{\text{фиг}} \rho, \quad (1.12)$$

где $V_{\text{фиг}}$ – объём описывающей фигуры,

ρ – плотность стали, $\rho = 7,85 \text{ г/см}^3$,

$$V_{\text{фиг.}} = 10,5 \cdot 17,0 \cdot 5,7 = 1017,5 \text{ см}^3$$

$$m_{\text{фиг.}} = 1017,5 \cdot 7,85 \cdot 10^{-3} = 8 \text{ кг}$$

$$\frac{m_{np}}{m_{фиг}} = \frac{4,6}{8} = 0,575.$$

Таким образом, данное значение соответствует степени сложности – С1.
 Конфигурация поверхности разъёма штампа – П (плоская).
 Исходный индекс – 13.

Припуски и кузнечные напуски

Основные припуски на размер	
размер 105 мм, чистота поверхности	6,3-1,8 мм/на сторону
размер 170 мм, чистота поверхности	6,3-2 мм/на сторону
Дополнительные припуски	
Смещение поверхности разъёма штампа	0,3 мм/на сторону
Изогнутость и отклонение от прямолинейности и плоскостности	0,5 мм/на сторону
Штамповочные уклоны	принимаем 7°

Размеры поковки и их допустимые отклонения:

Длина: $105 + 2 \cdot (1,8 + 0,3 + 0,5) = 110,2$ мм, принимаем 111 мм;

Ширина: $170 + 2 \cdot (2 + 0,3 + 0,5) = 175,6$ мм, принимаем 176 мм.

Размеры 22 мм, 30 мм, 40 мм и 65 мм остаются без обработки, поэтому назначаем на них номинальные допуски.

размер	допуски
111 мм	$111^{+2,7}_{-1,3}$
176 мм	$176^{+2,7}_{-1,3}$
22 мм	$22^{+2,4}_{-1,2}$
30 мм	$30^{+2,4}_{-1,2}$
40 мм	$40^{+2,4}_{-1,2}$
65 мм	$65^{+2,4}_{-1,2}$

Допускаемая величина смещения по поверхности разъёма штампа – 0,8 мм.

Допускаемая величина остаточного облоя – 1 мм.

Допускаемая величина заусенца – 4 мм.

Допуск радиусов закругления – 0,5.

По полученным выше размерам рассчитываем массу заготовки

$$m_3 = V_3 \rho,$$

где V_3 – объём заготовки,

ρ – плотность стали, $\rho = 7,85 \text{ г/см}^3$,

$$V_1 = 10,5 \cdot 17 \cdot 5,7 - 3,14 \cdot (3,8 \cdot 13 + 6 \cdot 2,0 \cdot 2,8) = 420 \text{ см}^3,$$

$$m_3 = 420 \cdot 7,85 \cdot 10^{-3} = 3,3 \text{ кг}.$$

Определение технологической себестоимости детали

$$S_T = \frac{m_d}{K_{им}} [C_{заг} + C_c (1 - K_{им})],$$

где $K_{им}$ – коэффициент использования материала, определяемый из отношения массы детали к массе заготовки:

$$K_{им} = \frac{m_d}{m_3};$$

$$K_{им} = \frac{3,3}{5,5} = 0,6;$$

$$S_T^1 = \frac{3,3}{0,6} \cdot [42 + 1,5 \cdot (1 - 0,6)] = 234,3 \text{ руб.}$$

1.4.2 Литье в оболочковые формы

Этот метод позволяет получать литейную форму с низкой шероховатостью поверхности и высокой точностью размеров. С помощью этого метода можно получать заготовки из чугуна, стали, цветных металлов в условиях серийного и массового производства.

Расчет производим по ГОСТ 26645-85.

Класс размерной точности при литье в оболочковые формы из термореактивных смесей – 9.

Степень коробления – 4.

Степень точности поверхности отливки – 10.

Шероховатость – Ra не более 16,0 мкм.

Класс точности массы отливки – 10.

Ряды припусков на обработку отливки – 5.

Уровень точности обработки при высокой степени точности станка – повышенная.

Допуск размера отливок для 9 класса точности	
Для размера 105	2,4 мм
Для размера 170	2,6мм
Допуск формы и расположения поверхностей отливок в диаметральном выражении	
Для размера 105	0,32мм
Для размера 170	0,32мм

Допуски неровностей поверхностей отливки должны соответствовать для 10 степени точности поверхности отливки – 0,40 мм.

Допуски массы отливки должны соответствовать – 16 % от номинальной массы.

Минимальный литейный припуск на обработку поверхности отливки назначают не более 0,5 мм.

Общий припуск на сторону	
Для размера 105	Не более 2,5мм
Для размера 170	Не более 3,5мм
Размеры отливки	
Длина	$115^{+1,8}_{-1,0}$
Ширина	$181^{+1,9}_{-1,1}$

Рассчитываем массу заготовки. Для этого определим объём заготовки по формуле:

$$V_1 = 115 \cdot 18,1 \cdot 5,7 = 1176,5 \text{ см}^3$$

$$m_3 = 1186,5 \cdot 7,85 \cdot 10^{-3} = 9,3 \text{ кг.}$$

Определение технологической себестоимости детали по формуле: для этого определим $K_{им}$ по формуле :

$$K_{им} = \frac{3,3}{9,3} = 0,355;$$

$$S_T^II = \frac{3,3}{0,355} \cdot [41 + 1,5 \cdot (1 - 0,355)] = 390,1 \text{ руб.}$$

1.4.3 Оценка экономической эффективности заготовки

Таким образом, заготовка, получаемая на КГШП в открытом штампе экономически более выгодна, чем заготовка, получаемая литьем в оболочковые формы. Примерную экономическую прибыль от получения заготовки на КГШП в открытом штампе определяем по формуле:

$$(S_T^I - S_T^{II}) \cdot N, \quad (1.13)$$

$$\Xi = (390,1 - 234,3) \cdot 2000 = 311600 \text{ руб.}$$

Окончательно принимаем первый метод получения заготовки как базовый.

1.5 Составление технологического маршрута обработки

Таблица 1.5 – Технологический маршрут обработки детали

№ Операции	Наименование и содержание операции	Оборудование
005	Сверлильно-фрезерная с ЧПУ Установить деталь 1 Центровать 8 отв. Ø4 2 Сверлить 6 сквозных отверстия Ø6H14. 3 Сверлить 2 сквозных отверстия Ø5H14. 4 Зенкеровать 2 сквозных отверстия Ø5,7H11 5 Черновое и чистовое развертывание 2 отв. Ø6H9 Снять заготовку	Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ ГФ 2171С6
010	Слесарная	
015	Сверлильно-фрезерная с ЧПУ Установить деталь Позиция 1 1 Фрезеровать поверхность выдерживая размер $7,5 \pm 0,5$ 2 Центровать отверстие Ø4 на глубину 4 мм 3 Сверлить отверстие Ø12H14 на глубину $42 \pm 0,5$ мм. 4 Комбинированное зенкерование Ø13,5H11 и Ø19,7H11 на глубину 28^{+2} мм. 5 Развертывание комбинированное черновое Ø13,9H10 и Ø20D10 на глубину 28^{+2} мм. 6 Чистовое развертывание Ø14H9 Позиция 2 1 Фрезеровать поверхность выдерживая размеры $7,5 \pm 0,5$ 2 Центровать 3 отверстия Ø4 на глубину 8 мм 3 Сверлить отверстие Ø9H14 4 Комбинированное зенкерование Ø13,5H11 и Ø19,7H11 на глубину 28^{+2} мм. 5 Развертывание черновое Ø13,9H10 и Ø20D10 на глубину 28^{+2} мм. 6 Чистовое развертывание Ø14H9 на глубину 28^{+2} мм. 7 Сверлить отверстие Ø8H14 на глубину 32^{+1} мм. 8 Сверлить отверстие Ø83H14 на глубину 32^{+1} мм. Позиция 3	Сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ ИР320МП4

	1 Фрезеровать поверхность выдерживая размеры $62 \pm 0,5$ 2 Центровать 3 отверстия $\varnothing 4$ на глубину 8 мм 3 Сверлить отверстие $\varnothing 9H14$ на глубину $36 \pm 0,5$ мм 4 Сверлить отверстие $\varnothing 14H14$ на глубину $25^{+1,3}$ мм 5 Фрезеровать резьбу M16-7H в размер 20 min 6 Зенкеровать отв. $\varnothing 20,7H11$ на глубину $15^{+0,4}$ мм. 7 Развертывание черновое $\varnothing 20,9H10$ на глубину $15^{+0,4}$ мм. 8 Чистовое развертывание $\varnothing 21H9$ на глубину $15^{+0,4}$ мм. Снять заготовку	
020	Слесарная	
025	Токарная с ЧПУ Установить деталь 1 Подрезать торец в размер $170 \pm 0,5$ 2 Центровать отверстие $\varnothing 4$ на глубину 4 мм 3 Сверлить отверстие $\varnothing 20H14$ на глубину 130^{+1} мм. 4 Черновое растачивание $\varnothing 35H12$ на глубину $130^{+0,4}$ мм, $\varnothing 42H13$ на глубину $7^{+0,36}$ мм 5 Получистовое растачивание $\varnothing 37H10$ на глубину $130^{+0,4}$ мм, $\varnothing 44H10$ на глубину $7^{+0,36}$ мм 6 Чистовое растачивание $\varnothing 38H9$ на глубину $130^{+0,4}$ мм, $\varnothing 45H9$ на глубину $7^{+0,36}$ мм 7 Нарезать резьбу M42 $\times$ 1,5-6H Снять заготовку	Токарный с ЧПУ СТП 220АП
030	Сверлильная Установить деталь Позиция 1 1 Центровать отверстие $\varnothing 4$ на глубину 4 мм 2 Сверлить отверстие $\varnothing 6H14$ на проход Позиция 2 1 Центровать отверстие $\varnothing 4$ на глубину 4 мм 2 Сверлить отверстие $\varnothing 6H14$ на проход Позиция 3 1 Центровать отверстие $\varnothing 4$ на глубину 4 мм 2 Сверлить отверстие $\varnothing 6H14$ на проход Позиция 4 1 Центровать отверстие $\varnothing 4$ на глубину 4 мм 2 Сверлить отверстие $\varnothing 6H14$ на проход	Вертикально-сверлильный станок 2H125

	Снять заготовку	
035	Слесарная	
040	Контрольная Контроль размеров по техпроцессу и чертежу.	Плита контрольная

1.6 Выбор технологических баз

При проектировании технологических процессов большое значение с точки зрения обеспечения заданной точности играет выбор баз. Обработку заготовки начинаем с создания технологических баз. Вначале за технологическую принимаем черновую базу, т.е. необработанную поверхность заготовки. Выбранная черновая база обеспечивает равномерное снятие припуска при последующей обработке поверхностей с базированием на обработанную технологическую базу и точное взаимное положение обработанных и необработанных поверхностей детали.

В дальнейшем при последующей обработке используем чистовые технологические базы.

При выборе технологических баз следует использовать принцип совмещения баз, т.е. в качестве технологических баз берем поверхность, являющуюся измерительной базой.

При составлении маршрута обработки следует соблюдать принцип постоянства баз и в ходе обработки на всех основных технологических операциях используем в качестве технологических баз одни и те же поверхности детали.

Технологическая база обеспечивает достаточную устойчивость и жесткость установки заготовки.

В качестве технологических баз при обработке корпуса используются следующие поверхности:

005 Сверлильно-фрезерная с ЧПУ
Заготовка устанавливается на плоскость и упор.

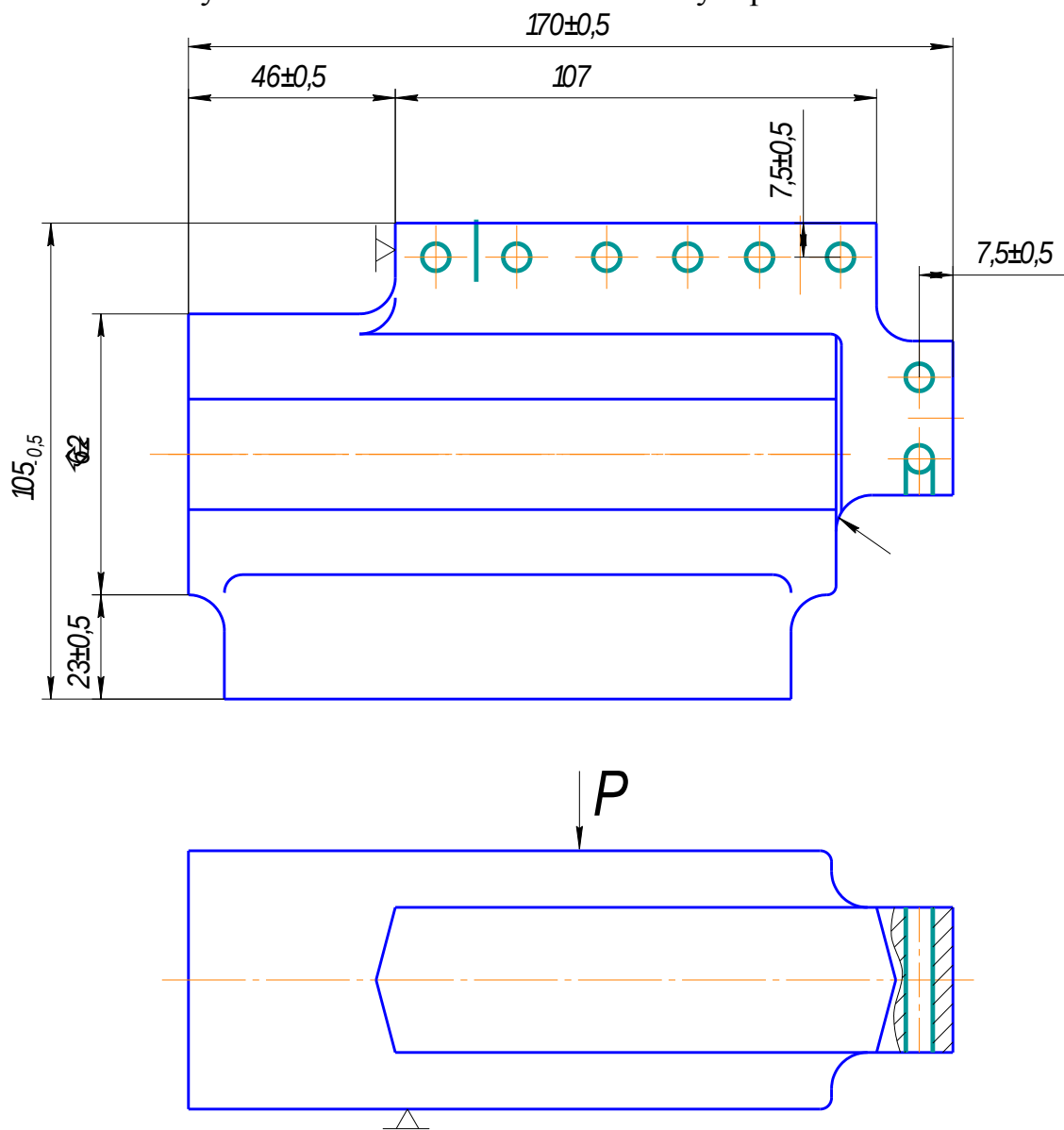


Рисунок 1.1 Схема базирования корпуса

На линейный размер измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю, $\varepsilon_6 = 0$.

015 Сверлильно-фрезерная

Заготовка устанавливается на плоскость и установочные пальцы

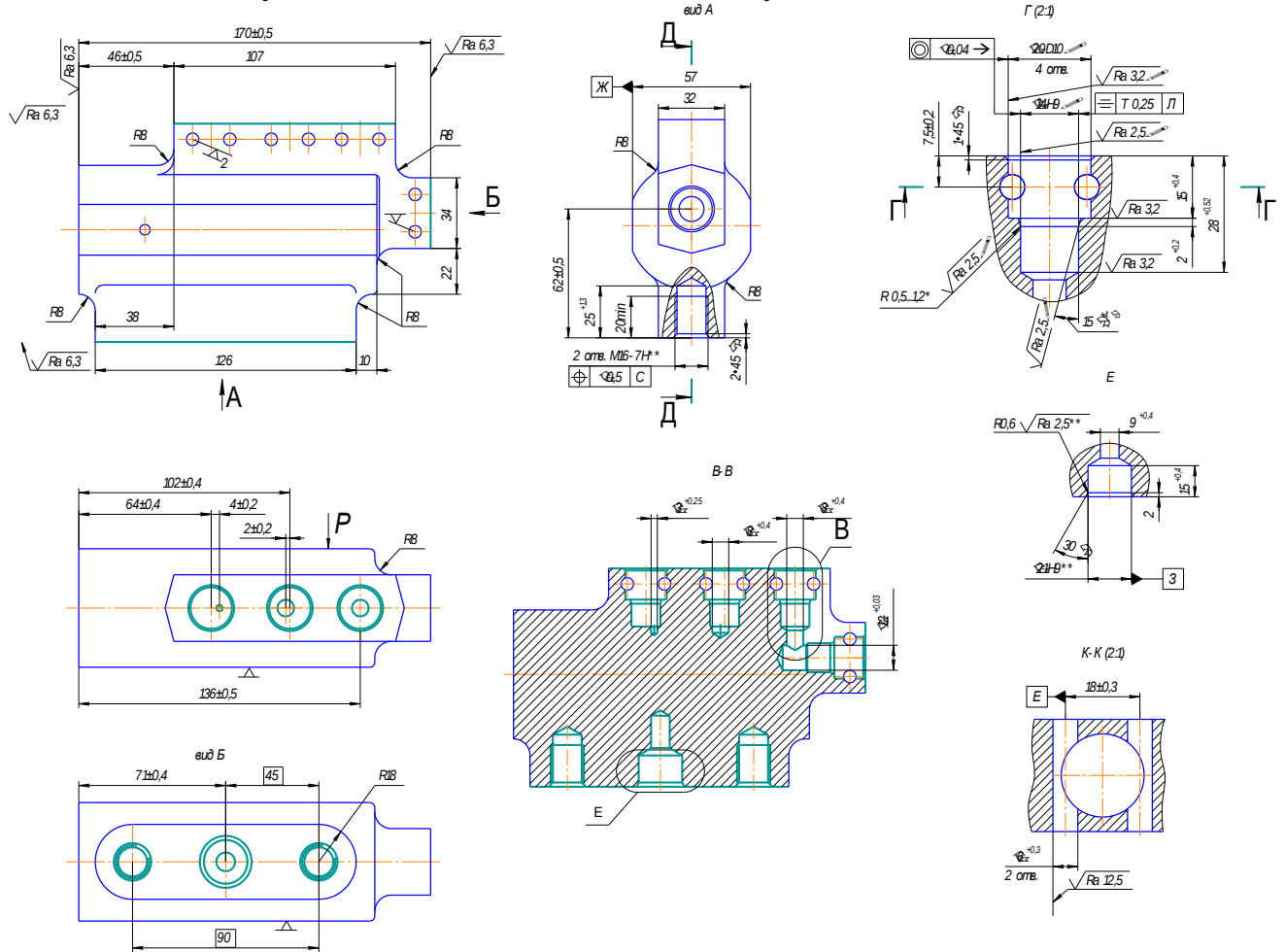


Рисунок 1.2 Схема базирования корпуса

На линейный размер измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю, $\varepsilon_6 = 0$.

025 Токарная

Заготовка устанавливается на плоскость и на два пальца: срезанный и цилиндрический. Все диаметральные размеры обеспечиваются инструментом.

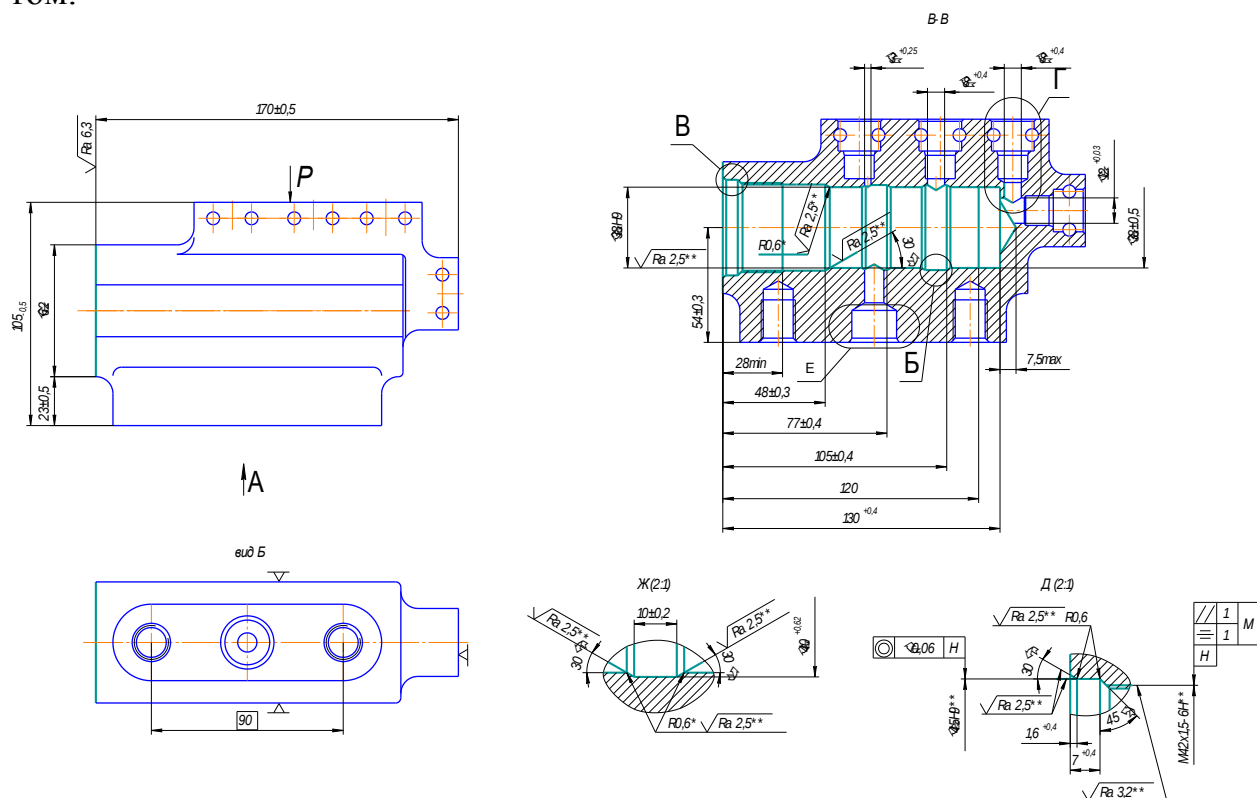


Рисунок 1.3 Схема базирования корпуса

На линейный размер измерительная и технологическая базы не совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю, $\varepsilon_6 = 0,2$ мм.

030 Сверлильная

Заготовка патрон четырех кулачковый

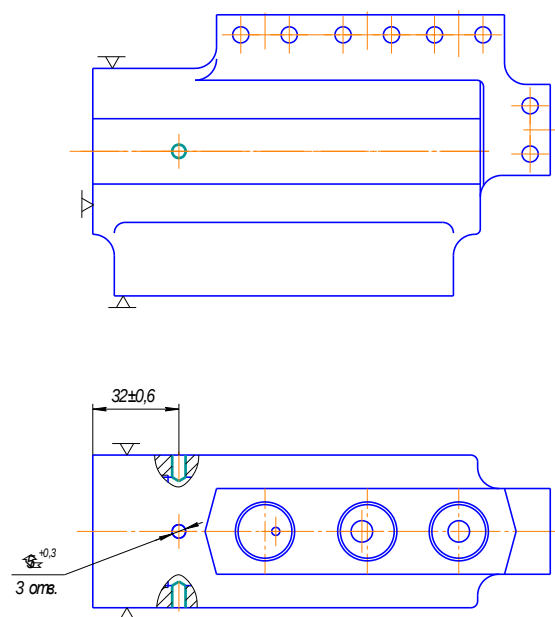


Рисунок 1.4 Схема базирования корпуса

На линейный размер измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю, $\varepsilon_6 = 0$.

1.7 Выбор средств технологического оснащения

1.7.1 Выбор оборудования

Операция 005 Вертикально-фрезерный станок модели ГФ2171С6
Размеры рабочей поверхности стола (длин, ширина),мм 1600*400

Наибольшее перемещение стола, мм	
Продольное X	1000
Поперечное Y	400
Вертикальное Z	250
Наибольшее перемещение ползуна, координата Z, мм	260
Расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	
наибольшее	500
наименьшее	250
Количество Т-образных пазов, шт	3
Расстояние между Т-образными пазами, мм	100
Ширина Т-образных пазов, мм	
центрального	18Н8
Крайнего	18Н12
Наибольшая масса изделия и приспособления, устанавливаемого на столе станка, кг	400
Предельные размеры обрабатываемых поверхностей, мм	
Ширина	250
Длина	850
высота	380
Емкость магазина инструментов	12
Время смены инструмента, с	20
Максимальный диаметр инструмента, мм	
Торцевая фреза	125
Концевая фреза	40

Сверло	30
Максимальный вес инструмента, кг	15
Вылет инструмента от торца шпинделя, мм	250
Количество частот вращения	18
Частота вращения шпинделя, об/мин	40,50,63,80,100,125, 160, 200,250,315,400,500 ,630, 800,1000,1250,1600
Подача стола, ползуна, мм/мин	3-6000
Скорость быстрого перемещения стола по координатам X, Y, Z, мм/мин	6000
Мощность электродвигателя главного движения, кВт	11
Наибольший крутящий момент на шпинделе, кНм	0,615
Допустимое усилие подачи, Н	
Координаты X, Y	15690
Координаты Z	9806
Количество управляемых координат	3
Количество одновременно управляемых координат	
При линейной интерполяции	3

Операция 015 Центр горизонтальный обрабатывающий ИР320ПМФ4
Программируемые перемещения

Сани стола - по оси X, мм	400
Шпиндельная бабка вертикально - по оси Y, мм	360
Ползун продольно - по оси Z мм	400
Поворотный стол - по оси A град	360°
Рабочий стол	
Размер палеты, мм	320 x 320
Число палет, шт	4 (12)

Грузоподъемность палеты, кг	150
Индексируемый поворот рабочего стола град	0,001°х 360000
Шпиндель	
Исполнение конуса шпинделя	ISO 40
Мощность главного привода кВт	7,5...11
Максимальный момент на шпинделе Нм	200
Скорость вращения мин-1	13...5000
Устройство смены инструмента	
Число инструментов в магазине, шт	36
Максимальная вес инструмента, кг	10
Наибольшие размеры инструмента, мм	150 x 200
Время смены инструмента, с	14
Привода подач	
Рабочие подачи по линейным осям, мм/мин	1...3200
Ускоренные перемещения по линейным осям, м/мин	10
Скорости вращения стола (ось А), об/мин	0,05...200
Электрооборудование	
Питающий ток переменный 3-фазный	380В, 50Гц
Нормы точности	
Точность Повышенный	
Габаритные размеры и масса	
Габаритные размеры станка с 4-местным накопителем палет (ВхLхН), мм	3840 x 2300 x 2507
Габаритные размеры станка с 4-местным накопителем палет (ВхLхН), мм	6850 x 2300 x 250
Общая вес станка с 4-местным накопителем, кг	8000
Общая вес станка с 4-местным накопителем, кг	12300

Операция 020 Полуавтомат специальный токарный с ЧПУ модели
СТП220АП

Наибольший диаметр устанавливаемого изделия, мм:	
над станиной	400
над суппортом	220
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия, мм:	
над станиной	250
над суппортом	220
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, мм	45
Наибольшая длина обрабатываемого изделия, мм:	
наружное точение	350
внутреннее точение	170
Максимальный диаметр обрабатываемых резьбы, мм	220
Максимальный шаг нарезаемой резьбы, мм	20
Класс точности нарезаемой резьбы	6Н, 6g
Количество инструментов устанавливаемых в револьвер- ной головке	12
Дискретность перемещения, мм:	
продольная	0,001
поперечная	0,001
Количество управляемых осей координат	2
Частота вращения шпинделей, об/мин.	11 – 2800
Пределы рабочих подач суппорта, мм/мин:	
продольных	0 – 4000
поперечных	0 – 4000
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	22
Габариты станка, мм:	
длина	3320
ширина	1500
высота	2450
Масса, кг	6700

Операция 030 Вертикально-сверлильный 2Н125

Перемещение шпинделя за один оборот штурвала, мм	122, 46
Рабочая поверхность стола, мм	400x450
Наибольший ход стола, мм	270
Установочный размер центрального Т-образного паза в столе по ГОСТ 1574-75	14Н9
Установочный размер крайних Т-образных пазов в столе по ГОСТ 1574-75, мм	14Н11
Расстояние между двумя Т-образными пазами по ГОСТ 6569-75, мм	14Н11
Расстояние между двумя Т-образными пазами по ГОСТ 6569-75, мм	180
Количество скоростей шпинделя	12
Пределы чисел оборотов шпинделя, об/мин	45-2000
Количество подач	9
Пределы подач, мм/об	0,1-1,6
Наибольшее количество нарезаемых отверстий в час	60
Управление циклами работы	ручное
Род тока питающей сети	трёхфазный
Напряжение питающей сети, В	380/220
Тип двигателя главного движения	4АМ90L4
Мощность двигателя главного движения, кВт	2,2
Тип электронасоса охлаждения	X14-22М
Мощность двигателя электронасоса охлаждения, кВт	0,12
Производительность электронасоса охлаждения, л/мин	22
Высота x Ширина x Длина станка, мм	2350 x 785 x915
Масса станка	880

1.7.2.Выбор технологического оснащения

Приспособление и оснастка	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
	2	3
005 Сверлильно-фрезерная с ЧПУ		
Приспособление Сверлильно-фрезерное	Центровочное сверло Ø4 P6M5	Штангенциркуль ШЦ-II-125-0,1 ГОСТ 166-80
1 Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85	Сверло Ø6,0 P6M5 ГОСТ 14952-75;	
Тара 505-190	Сверло Ø5 P6M5 ГОСТ 14952-75	
	Зенкер Ø5,7 P5M6	
	Развертка черновая и чистовая Ø6H9 P6M5	
	Пробка Ø6H9 ПР ГОСТ 14807-69	
	Пробка Ø6H9 HE ГОСТ 14807-69	
015 Сверлильно-фрезерная с ЧПУ		
Приспособление Сверлильно-фрезерное	Фреза 50 T5K10 P6M5 ГОСТ 4010 – 77	Штангенциркуль ШЦ – I – 125 – 0,1 ГОСТ 166 – 80
Тара 505–178	Центровочное сверло Ø4 P6M5	
Очки 0 ГОСТ 12.4.013–85	Сверло 3 P6M5 ГОСТ 4010 – 77	
	Сверло 8 P6M5 ГОСТ 4010 – 77	
	Сверло 9 P6M5 ГОСТ 4010 – 77	
	Сверло 14 P6M5 ГОСТ 4010 – 77	
	Зенкер комбинированное Ø13,5/19,7 P5M6	
	Развертка комбинированная Ø13,9H10/20D10 P5M6	

	Развертка чистовая Ø20H9	
	Фреза 14 ГОСТ 4596-80	
	Зенкер комбинированное Ø20,7 P5M6	
	Развертка комбинированная Ø13,9H10/20D10 P5M6	
	Развертка чистовая Ø20H9	
	Пробка Ø14H9 ПР ГОСТ 14807-69	
	Пробка Ø14H9 НЕ ГОСТ 14807-69	
	Пробка Ø21H9 ПР ГОСТ 14807-69	
	Пробка Ø21H9 НЕ ГОСТ 14807-69	
	Пробка Ø20D10 ПР ГОСТ 14807-69	
	Пробка Ø20D10 НЕ ГОСТ 14807-69	
	Пробка M42×1,5 ПР	
	Пробка M42×1,5 НЕ	
020 Токарная с ЧПУ		
Патрон трех кулачковый	Резец 16×16×120 T5K10, ГОСТ 18878-73	Штангенциркуль ШЦ – I – 125 – 0,1 ГОСТ 166 – 80
Приспособление токарное	Расточной резец 20×180 T5K10	
Тара 505–178	Расточной резец 20×180 T15K6	
Очки 0 ГОСТ 12.4.013–85	Центровочное сверло Ø4 P6M5	
	Сверло 20 P6M5 ГОСТ 4010 – 77	
	Пробка Ø38H9 ПР	

	ГОСТ 14807-69	
	Пробка Ø38Н9 НЕ ГОСТ 14807-69	
	Пробка Ø45Н9 ПР ГОСТ 14807-69	
	Пробка Ø45Н9 НЕ ГОСТ 14807-69	
	Пробка М42×1,5 ПР	
	Пробка М42×1,5 НЕ	
30 Сверлильная		
Приспособление	Центровочное сверло Ø4 Р6М5	Штангенциркуль ШЦ- II-125-0,1 ГОСТ 166- 80
Тара 505–178	Центровочное сверло Ø4 Р6М5	
Очки 0 ГОСТ 12.4.013–85	Сверло 6 Р6М5 ГОСТ 4010 – 77	

1.8 Расчет припусков на механическую обработку

Расчёт припусков на механическую обработку поверхности Ø14Н9

Выбираем следующие технологические переходы:

сверление черновое

- зенкерование

- развёртывание черновое

- развёртывание чистовое

Штамповка

Шероховатость поверхности - Rz = 160 мкм.

Глубина дефектного слоя - h = 200 мкм.

Суммарные отклонения формы и расположения поверхностей –

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\Sigma R}^2 + \Delta_y^2}, \quad (1.14)$$

где $\Delta_{\Sigma k} = \Delta_y \cdot l_k$

где $\Delta_k = 0,9$ мкм/мм.

$l_k = 13$ мм.

$\Delta_y = 0,9 \cdot 13 = 12$ мкм.

$\Delta = 0,25 \cdot T = 0,25 \cdot 840 = 210$ мкм.

$\Delta_{\Sigma R} = \sqrt{20^2 + 210^2} = 211$ мкм,

$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{211^2 + 12^2} = 212$ мкм.

Сверление предварительное

Выполняем по 13-му качеству.

Шероховатость поверхности - Rz = 40 мкм.

Глубина дефектного слоя - h = 60 мкм.

Суммарные отклонения формы и расположения поверхностей:

$$\Delta_{\Sigma i} = K_y \cdot \Delta_{\Sigma i-1}, \quad (1.15)$$

где $\Delta_{\Sigma i-1}$ – мкм - суммарные отклонения формы и расположения поверхностей на предыдущем переходе;

$K_y = 0,06$ – коэффициент уточнения.

$$\Delta_{\Sigma i} = 0,06 \cdot 212 = 12,7 \text{ мкм.}$$

Зенкерование черновое

Выполняем в соответствии с таблицами точности по 10-му качеству.

Шероховатость поверхности - $R_z = 32$ мкм.

Глубина дефектного слоя - $h = 40$ мкм.

$$\Delta_{\Sigma i} = K_y \cdot \Delta_{\Sigma i-1}, \quad (1.16)$$

$K_y = 0,05$.

$$\Delta_{\Sigma i} = 0,05 \cdot 12,7 = 0,6 \text{ мкм.}$$

Развёртывание черновое

Выполняем в соответствии с таблицами точности по 9-му качеству.

Шероховатость поверхности - $R_z = 10$ мкм.

Глубина дефектного слоя - $h = 20$ мкм

Развёртывание чистовое

Выполняем в соответствии с таблицами точности по 8-му качеству.

Шероховатость поверхности - $R_z = 5$ мкм.

Глубина дефектного слоя - $h = 10$ мкм.

Таблица 1.5 – Значение припусков

Технологический переход обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Допуск TD, мм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Rz	h	Δ_{Σ}	ε		min	max	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Заготовка	160	250	212	—	0,84	12,743	13,583	—	—
Сверление IT13	63	60	12,7	—	0,27	13,538	13,808	225	795
Зенкерование IT11	32	30	0,6	—	0,11	13,843	13,953	145	305
Развертывание черновое IT10	10	20	—	—	0,07	13,943	13,013	60	100
Развертование чистовое Ø18H9	5	10	—	—	0,043	14	14,043	30	58

Находим минимальны припуск :

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left[(R_z + h) + \sqrt{\Delta_{\Sigma i}^2 + \varepsilon_i^2} \right], \quad (1.17)$$

го,
 $2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left[(40 + 60) + \sqrt{12^2 + 0^2} \right] = 225 \text{ мкм}$ – для обтачивания черново-

го,
 $2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left[(32 + 40) + \sqrt{0,6^2 + 0^2} \right] = 145 \text{ мкм}$ – для обтачивания чисто-

вого,
 $2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left[(10 + 20) + \sqrt{0^2 + 0^2} \right] = 60 \text{ мкм}$ – для шлифования предвари-

тельного,
 $2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left[(5 + 10) + \sqrt{0,005^2 + 0^2} \right] = 30 \text{ мкм}$ – для шлифования чисто-

вого.
 За расчетный размер принимаем минимальный предельный размер обрабатываемой поверхности: $14 + 0,043 = 14,043 \text{ мм}$

Определяем максимальный предельный размер для каждого перехода:

$$d_{\max-1} = d_{\max i} - 2 \cdot Z_{\min i}, \quad (1.18)$$

$d_{\max} = 14,043 - 0,03 = 14,013 \text{ мм}$ – минимальный предельный размер для чернового развертывания.

$d_{\max} = 14,013 - 0,06 = 13,953 \text{ мм}$ – минимальный предельный размер для зенкерования.

$d_{\max} = 13,953 - 0,145 = 13,808 \text{ мм}$ – минимальный предельный размер для сверления.

$d_{\max} = 13,808 - 0,225 = 13,583 \text{ мм}$ – минимальный предельный размер для заготовки.

Определяем минимальный предельный размер для каждого перехода:

$$d_{\min-1} = d_{i \max i} - Td_{i-1}, \quad (1.19)$$

$d_{\min} = 14,013 - 0,07 = 13,943 \text{ мм}$ – максимальный предельный размер для черниного развертыва.

$d_{\min} = 13,953 - 0,11 = 13,843 \text{ мм}$ – максимальный предельный размер для зенкерования.

$d_{\min} = 13,808 - 0,27 = 13,538$ – максимальный предельный размер для сверления;

$d_{\min} = 13,583 - 0,84 = 12,743 \text{ мм}$ – максимальный предельный размер для заготовки;

Определяем предельные значения припусков:

Для чистового развертывания:

$$2 \cdot Z_{\min} = 14,043 - 14,013 = 0,03 \text{ мм};$$

$$2 \cdot Z_{\max} = 14 - 13,943 = 0,057 \text{ мм}.$$

Для чернового развертывания:

$$2 \cdot Z_{\min} = 14,013 - 13,953 = 0,06 \text{ мм};$$

$$2 \cdot Z_{\max} = 13,943 - 13,843 = 0,1 \text{ мм}.$$

Для зенкерование:

$$2 \cdot Z_{\min} = 13,953 - 13,808 = 0,145 \text{ мм};$$

$$2 \cdot Z_{\max} = 13,843 - 13,538 = 0,305 \text{ мм.}$$

Для сверления:

$$2 \cdot Z_{\min} = 13,808 - 13,583 = 0,225 \text{ мм;}$$

$$2 \cdot Z_{\max} = 13,538 - 12,743 = 0,795 \text{ мм.}$$

Определяем общий минимальный и максимальный припуски:

$$2 \cdot Z_{\min \text{ общ}} = 0,03 + 0,06 + 0,145 + 0,225 = 0,46 \text{ мм;}$$

$$2 \cdot Z_{\max \text{ общ}} = 0,057 + 0,1 + 0,305 + 0,795 = 1,257 \text{ мм.}$$

Проверка правильности расчета:

$$2 \cdot Z_{\max \text{ общ}} - 2 \cdot Z_{\min \text{ общ}} = Td_3 - Td_d;$$

$$1,257 - 0,46 = 0,84 - 0,043$$

$$0,797 = 0,797 \text{ условие выполняется}$$

1.9 Расчет режимов резания

Расчет режимов резания производим и назначение режимов обработки производим по [5,7,8].

Операция 005 Сверлильно-фрезерная с ЧПУ

Центровать отверстие $\varnothing 4$

Сверло $\varnothing 4$ P6M5

Глубина сверления: $t=2$ мм.

Подача: $S=0,15 \dots 0,20$ мм/об.

Принимаем $S=0,18$ мм/об.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.20)$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv}, \quad (1.21)$$

где K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления;

$C_v = 7$; $q = 0,4$; $y = 0,7$; $m = 0,2$;

$T = 25$ мин. - период стойкости инструмента;

$$K_{mv} = K_r \cdot (750 / \sigma_b)^{n_v}, \quad (1.22)$$

Принимаем $n_v=0,9$, $K_{lv}=1$, $K_{iv}=1,0$, $K_r=1$.

$$K_{mv} = 1 \cdot (750 / 900)^{0,9} = 0,85.$$

$$K_v = 0,85 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,85.$$

$$V = \frac{7 \cdot 4^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,18^{0,7}} \cdot 0,85 = 14 \text{ м/мин;}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n_{\text{фр}} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 14 / (3,14 \cdot 4) = 1438 \text{ об/мин;}$$

Принимаем $n_{\text{ст}}=800$ об/мин.

$$V_{\text{факт}} = \pi \cdot d \cdot n_{\text{ст}} / 1000 = 3,14 \cdot 4 \cdot 800 / 1000 = 10 \text{ м/мин.}$$

Крутящий момент и осевая сила

$$M_{kp} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (1.23)$$

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p,$$

где $K_p=K_{mp}$ –коэффициент, учитывающий фактические условия обработки

$$K_{MP} = (\sigma_b / 750)^{n_v}, \quad (1.24)$$

где $n_v=0,75$

$$K_{MP} = (900 / 750)^{0,75} = 1,15.$$

$$C_m=0,0345, q=2, y=0,8,$$

$$C_p=68, q=1, y=0,7$$

$$M_{kp} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 4^2 \cdot 0,18^{0,7} \cdot 1,15 = 1,6 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 4^1 \cdot 0,18^{0,7} \cdot 1,15 = 939 \text{ Н}.$$

Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750}, \quad (1.25)$$

$$N_e = \frac{1,6 \cdot 800}{9750} = 0,13 \text{ кВт}.$$

$$N_{рез} \leq N_{шп},$$

$$N_{шп} = 11 \cdot 0,8 = 8,8 \text{ кВт} > N_e = 0,13 \text{ кВт}.$$

Минутная подача:

$$S_m = S \cdot n_{ст} = 0,18 \cdot 800 = 144 \text{ мм/мин.} \quad (1.26)$$

8 Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{px} / S_m,$$

$$L_{px} = L_{рез} + L_{вр} + L_{пер},$$

$$L_{вр} + L_{пер} = 5 \text{ мм}.$$

$$L_{px} = 4 + 5 = 9 \text{ мм}.$$

$$t_0 = 8 \cdot 9 / 144 = 0,54 \text{ мин}.$$

Сверлить отверстие $\varnothing 6$

Сверло $\varnothing 6$ Р6М5

Глубина сверления: $t=3$ мм.

Расчет аналогичен операции 005 п.1.1

$$S = 0,15 \text{ мм/об}, n_{ст} = 800 \text{ об/мин.}, V_{факт} = 15 \text{ м/мин.}, M_{kp} = 1,95 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$P_o = 774 \text{ Н}, N_e = 0,16 \text{ кВт}, S_m = 120 \text{ мм/мин.}, t_0 = 0,48 \text{ мин}.$$

Сверлить отверстие $\varnothing 5$

Сверло $\varnothing 5$ Р6М5

Глубина сверления: $t=2,75$ мм.

Расчет аналогичен 1.1

Расчет аналогичен операции 005 п.1.1

$$S = 0,15 \text{ мм/об}, n_{ст} = 800 \text{ об/мин.}, V_{факт} = 12,6 \text{ м/мин.}, M_{kp} = 1,35 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$P_o = 645 \text{ Н}, N_e = 0,11 \text{ кВт}, S_m = 120 \text{ мм/мин.}, t_0 = 0,18 \text{ мин}.$$

Зенкеровать отверстие $\varnothing 5,7$

Зенкер $\varnothing 5,7$, Р6М5

Глубина сверления: $t=0,35$ мм.

Подача: $S=0,5 \dots 0,6$ мм/об.

Принимаем $S=0,5$ мм/об.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.28)$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{LV} \cdot K_{IV},$$

$$V = \frac{16,3 \cdot 5,7^{0,3}}{30^{0,3} \cdot 0,4^{0,2} \cdot 0,5^{0,7}} \cdot 1,494 = 25 \text{ м/мин};$$

Частота вращения шпинделя:

$$n_{\text{фр}} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 25 / (3,14 \cdot 5,8) = 1387 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{\text{ст}} = 800 \text{ об/мин}$.

$$V_{\text{факт}} = \pi \cdot d \cdot n_{\text{ст}} / 1000 = 3,14 \cdot 5,8 \cdot 800 / 1000 = 14,6 \text{ м/мин}.$$

Крутящий момент и осевая сила

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p, \quad (1.29)$$

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p,$$

$$K_{MP} = (\sigma_b / 750)^{n_v},$$

$$K_{MP} = 0,716.$$

$$C_m = 0,09, q = 1, y = 0,8, x = 0,9.$$

$$C_p = 67, y = 0,65, x = 1,2$$

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,09 \cdot 5,8^1 \cdot 0,4^{0,8} \cdot 0,5^{0,65} \cdot 0,716 = 0,94 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$P_o = 10 \cdot 67 \cdot 0,4^{1,2} \cdot 0,5^{0,65} \cdot 0,716 = 102 \text{ Н}.$$

Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750},$$

$$N_e = \frac{0,94 \cdot 800}{9750} = 0,08 \text{ кВт}.$$

Минутная подача:

$$S_m = S \cdot n_{\text{ст}} = 0,5 \cdot 800 = 400 \text{ мм/мин}.$$

Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{\text{рх}} / S_m,$$

$$L_{\text{рх}} = L_{\text{рез}} + L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}},$$

$$L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}} = 5 \text{ мм}.$$

$$L_{\text{рх}} = 32 + 5 = 37 \text{ мм}.$$

$$t_0 = 2 \cdot 37 / 400 = 0,18 \text{ мин}.$$

Развертывание

Черновое развертывание отверстие $\varnothing 5,9$

Развертка черновая $\varnothing 5,9$

Материал режущей части Р6М5

Глубина сверления: $t = 0,1 \text{ мм}$.

Подача: $S = 0,8 \text{ мм/об}$.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.30)$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{LV} \cdot K_{IV},$$

$$V = \frac{10,5 \cdot 5,9^{0,3}}{25^{0,4} \cdot 0,3^{0,2} \cdot 0,8^{0,65}} \cdot 1,494 = 8,5 \text{ м/мин};$$

Частота вращения шпинделя:

$$n_{\text{фр}} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 8,5 / (3,14 \cdot 5,9) = 460 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{\text{ст}} = 400 \text{ об/мин}$.

$$V_{\text{факт}} = \pi \cdot d \cdot n_{\text{ст}} / 1000 = 3,14 \cdot 5,9 \cdot 400 / 1000 = 7,4 \text{ м/мин}.$$

Крутящий момент и осевая сила

$$M_{\text{кр}} = \frac{C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot D \cdot z}{200} \quad (1.31)$$

$$C_p = 67, y = 0,7, x = 1,2$$

$$M_{\text{кр}} = \frac{67 \cdot 0,1^{1,2} \cdot 0,8^{0,7} \cdot 5,9 \cdot 8}{200} = 0,09 \text{ Н·м}.$$

Минутная подача:

$$S_{\text{м}} = S \cdot n_{\text{ст}} = 0,8 \cdot 400 = 320 \text{ мм/мин}.$$

Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{\text{рх}} / S_{\text{м}},$$

$$L_{\text{рх}} = L_{\text{рез}} + L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}},$$

$$L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}} = 5 \text{ мм}.$$

$$L_{\text{рх}} = 32 + 5 = 37 \text{ мм}.$$

$$t_0 = 2 \cdot 37 / 320 = 0,23 \text{ мин}.$$

Чистовое развертывание отверстие $\varnothing 6,0 \text{ Н9}$

Развертка чистовая $\varnothing 6,0$

Материал режущей части Р6М5

Глубина сверления: $t = 0,05 \text{ мм}$.

Расчет аналогичен операции 010

$$S = 0,6 \text{ мм/об.}, n_{\text{ст}} = 500 \text{ об/мин.}, V_{\text{факт}} = 9,4 \text{ м/мин.}, M_{\text{кр}} = 0,17 \text{ Н·м},$$

$$S_{\text{м}} = 300 \text{ мм/мин.}, t_0 = 0,24 \text{ мин}.$$

Операция 015: Сверлильно-фрезерная

Позиция 1

Фрезеровать поверхность выдерживая размер $7,5 \pm 0,5$

Инструмент: фреза 50 ГОСТ 22087-76, $D = 50, z = 5$.

Материал режущей части Т15К6

Глубина фрезерования: $t = 3 \text{ мм};$

Ширина фрезерования: $B = 32 \text{ мм};$

Диаметр фрезы: $D = 50 \text{ мм}.$

Подача на один зуб фрезы: $S_z = 0,15 \text{ мм/зуб}.$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^g}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v, \quad (1.32)$$

где K_v – поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания;

$$K_v = K_{\text{mv}} \cdot K_{\text{pv}} \cdot K_{\text{nv}}, \quad (1.33)$$

где K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

K_{nv} – коэффициент, учитывающий состояние поверхностного слоя;

K_{iv} – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

$$K_{MV} = K_r \cdot (750 / \sigma_b)^{n_v}, \quad (1.34)$$

где K_r – коэффициент материала инструмента;

σ_b – временное сопротивление;

n_v – показатель степени при обработке.

$C_v = 332$; $q = 0,2$; $x = 0,1$; $y = 0,4$; $u = 0,2$; $p = 0$; $m = 0,2$;

$T = 180$ мин. - период стойкости инструмента;

Принимаем $K_r = 0,9$, $n_v = 1,0$, $K_{nv} = 0,8$, $K_{iv} = 0,65$.

$$K_{MV} = 1 \cdot (750 / 900)^{0,9} = 0,85.$$

$$K_v = 0,85 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,85.$$

$$V = \frac{332 \cdot 50^{0,2}}{180^{0,2} \cdot 3^{0,1} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 32^{0,2} \cdot 5^0} \cdot 0,85 = 209 \text{ м/мин};$$

$$n_{фр} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 209 / (3,14 \cdot 50) = 1331 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{ст} = 630$ об/мин.

$$V = \pi \cdot n_{фр} \cdot D / 1000 = 3,14 \cdot 630 \cdot 50 / 1000 = 98,9 \text{ м/мин}.$$

Сила резания

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^\omega} \cdot K_{MP}, \quad (1.35)$$

Принимаем по табл.41 $C_p = 825$; $q = 1,3$; $x = 1$; $y = 0,75$; $u = 1,1$;

$w = 0,2$;

$Z = 5$ – число зубьев фрезы.

$$K_{MP} = (\sigma_b / 750)^{n_v},$$

где $n_v = 0,75$.

$$K_{MP} = (900 / 750)^{0,75} = 1,147.$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 3^1 \cdot 0,15^{0,75} \cdot 32^{1,1} \cdot 5}{50^{1,3} \cdot 630^{0,2}} \cdot 1,147 = 2300 \text{ Н}.$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = P_z \cdot D / 2000, \quad (1.36)$$

$$M_{кр} = 2300 \cdot 50 / 2000 = 57,5 \text{ Н·м}.$$

Мощность резания

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (1.37)$$

$$N_e = \frac{2300 \cdot 98,9}{1020 \cdot 60} = 3,7 \text{ кВт}.$$

Проверка на достаточность привода станка: $N_{рез} \leq N_{шп}$,

где $N_{шп}$ – мощность привода станка;

$$N_{шп} = N_{ст} \cdot \eta,$$

$$N_{ст} = 11 \text{ кВт}, \quad \eta = 0,8.$$

$$N_{шп} = 11 \cdot 0,8 = 8,8 \text{ кВт}.$$

$$3,7 \text{ кВт} < 8,8 \text{ кВт}.$$

Подача на оборот фрезы:

$$S=S_z \cdot z=0,15 \cdot 5=0,75 \text{ мм/об.} \quad (1.38)$$

Минутная подача:

$$S_m=S_z \cdot z \cdot n_{\text{ст}}=0,15 \cdot 5 \cdot 630=472,5 \text{ мм/мин.} \quad (1.39)$$

Основное время:

$$t_0=i \cdot L_{\text{рх}}/S_m, \quad (1.40)$$

$$L_{\text{рх}}=L_{\text{рез}}+L_{\text{вр}}+L_{\text{пер}}, \quad (1.41)$$

где $L_{\text{рез}}$ – длина резания;

$L_{\text{вр}}+L_{\text{пер}}$ – длина врезания и перебега;

$L_{\text{вр}}+L_{\text{пер}}=34 \text{ мм.}$

$L_{\text{рх}}=32+34=66 \text{ мм.}$

$t_0=1 \cdot 66/472,5=0,14 \text{ мин.}$

Центровать отверстие $\varnothing 4$

Сверло $\varnothing 4$

Материал режущей части Р6М5

Глубина сверления: $t=2 \text{ мм.}$

Принимаем

Расчет аналогичен операции 005

$S=0,18 \text{ мм/об.}, n_{\text{ст}}=800 \text{ об/мин.}, V_{\text{факт}}=10 \text{ м/мин.}, M_{\text{кр}}=1,6 \text{ Н}\cdot\text{м},$

$P_o=939 \text{ Н}, N_e=0,16 \text{ кВт}, S_m=144 \text{ мм/мин.}, t_0=0,09 \text{ мин.}$

Сверлить отверстие $\varnothing 12\text{H}14$

Сверло $\varnothing 12\text{H}14$

Материал режущей части Р6М5

Глубина сверления: $t=6 \text{ мм.}$

Расчет аналогичен операции 005

$S=0,1 \text{ мм/об.}, n_{\text{ст}}=315 \text{ об/мин.}, V_{\text{факт}}=8,9 \text{ м/мин.}, M_{\text{кр}}=3,2 \text{ Н}\cdot\text{м},$

$P_o=874 \text{ Н}, N_e=0,1 \text{ кВт}, S_m=31,5 \text{ мм/мин.}, t_0=1,43 \text{ мин.}$

Зенкеровать отверстие $\varnothing 13,5\text{H}11$ и $\varnothing 19,7\text{H}11$

Зенкер комбинированный $\varnothing 13,5\text{H}11$ и $\varnothing 19,7\text{H}11$

Материал режущей части Р6М5

Глубина сверления: $t=2,75 \text{ мм.}$

Расчет аналогичен операции 005

$S=0,75 \text{ мм/об.}, n_{\text{ст}}=160 \text{ об/мин.}, V_{\text{факт}}=6,8 \text{ м/мин.}, M_{\text{кр}}=55,6 \text{ Н}\cdot\text{м},$

$P_o=2621 \text{ Н}, N_e=0,91 \text{ кВт}, S_m=120 \text{ мм/мин.}, t_0=0,26 \text{ мин.}$

Развертывание

Черновое развертывание отверстие $\varnothing 13,9$ и $\varnothing 20\text{D}10$

Развертка черновая $\varnothing 13,9$ и $\varnothing 20\text{D}10$

Материал режущей части Р6М5

Глубина сверления: $t=0,1 \text{ мм.}$

Расчет аналогичен операции 005

$S=1 \text{ мм/об.}, n_{\text{ст}}=160 \text{ об/мин.}, V_{\text{факт}}=7 \text{ м/мин.}, M_{\text{кр}}=0,5 \text{ Н}\cdot\text{м},$

$S_m=160 \text{ мм/мин.}, t_0=0,19 \text{ мин.}$

Чистовое развертывание отверстие $\varnothing 14\text{H}9$

Развертка черновая $\varnothing 14\text{H}9$

Материал режущей части Р6М5

Глубина сверления: $t=0,05$ мм.

Расчет аналогичен операции 005

$S=0,8$ мм/об., $n_{ст}=160$ об/мин., $V_{факт}=7$ м/мин., $M_{кр} = 0,1$ Н·м,

$S_m = 128$ мм/мин., $t_0=0,24$ мин.

Позиция 2

Фрезеровать поверхность выдерживая размеры $7,5\pm 0,5$

Инструмент: фреза 50 ГОСТ 22087-76, $D=50$, $z=5$.

Материал режущей части Т5К10

Глубина фрезерования: $t=3$ мм;

Ширина фрезерования: $B=32$ мм;

Диаметр фрезы: $D=50$ мм.

Расчет аналогичен операции 010 п.2.1

$S_z=0,15$ мм/зуб., $n_{ст}=630$ об/мин., $V=98,9$ м/мин., $P_z=2300$ Н,

$M_{кр} = 58$ Н·м, $N_e=3,7$ кВт, $S=0,75$ мм/об., $S_m=375$ мм/мин., $t_0=0,37$

мин.

Центровать отверстие $\varnothing 4$

Сверло $\varnothing 4$

Материал режущей части Р6М5

Глубина сверления: $t=2$ мм.

Принимаем

Расчет аналогичен 005

$S=0,18$ мм/об., $n_{ст}=800$ об/мин., $V_{факт}=10$ м/мин., $M_{кр} = 1,6$ Н·м,

$P_o = 939$ Н, $N_e=0,16$ кВт, $S_m=144$ мм/мин., $t_0=0,27$ мин.

Сверлить отверстие $\varnothing 8$ Н14

Сверло $\varnothing 8$ Н14

Материал режущей части Р6М5

Глубина сверления: $t=4,0$ мм.

Расчет аналогичен операции 005 п.1.1

$S=0,1$ мм/об., $n_{ст}=315$ об/мин., $V_{факт}=8,9$ м/мин., $M_{кр} = 3,2$ Н·м,

$P_o = 874$ Н, $N_e=0,1$ кВт, $S_m=31,5$ мм/мин., $t_0=1,33$ мин.

Зенкеровать отверстие $\varnothing 13,5$ Н11 и $\varnothing 19,7$ Н11

Зенкер комбинированный $\varnothing 13,5$ Н11 и $\varnothing 19,7$ Н11

Материал режущей части Р6М5

Глубина сверления: $t=2,75$ мм.

Расчет аналогичен операции 005

$S=0,75$ мм/об., $n_{ст}=160$ об/мин., $V_{факт}=6,8$ м/мин., $M_{кр} = 55,6$ Н·м,

$P_o = 2621$ Н, $N_e=0,91$ кВт, $S_m=120$ мм/мин., $t_0=0,26$ мин.

Развертывание

Черновое развертывание отверстие $\varnothing 13,9$ и $\varnothing 20$ Д10

Развертка черновая $\varnothing 13,9$ и $\varnothing 20$ Д10

Материал режущей части Р6М5

Глубина сверления: $t=0,1$ мм.

Расчет аналогичен операции 005 п.1.5.1

$S=1$ мм/об., $n_{ст}=160$ об/мин., $V_{факт}=7$ м/мин., $M_{кр} = 0,5$ Н·м,

$S_m = 160$ мм/мин., $t_0 = 0,19$ мин.

Чистовое развертывание отверстие $\varnothing 14H9$

Развертка черновая $\varnothing 14H9$

Материал режущей части P6M5

Глубина сверления: $t = 0,05$ мм.

Расчет аналогичен операции 005

$S = 0,8$ мм/об., $n_{ст} = 160$ об/мин., $V_{факт} = 7$ м/мин., $M_{кр} = 0,1$ Н·м,

$S_m = 128$ мм/мин., $t_0 = 0,24$ мин.

Сверлить отверстие $\varnothing 8H14$

Сверло $\varnothing 8H14$

Материал режущей части P6M5

Глубина сверления: $t = 4,0$ мм.

Расчет аналогичен операции 005

$S = 0,1$ мм/об., $n_{ст} = 315$ об/мин., $V_{факт} = 8,9$ м/мин., $M_{кр} = 3,2$ Н·м,

$P_o = 874$ Н, $N_e = 0,1$ кВт, $S_m = 31,5$ мм/мин., $t_0 = 0,22$ мин.

Сверлить отверстие $\varnothing 3H14$

Сверло $\varnothing 3,0H14$

Материал режущей части P6M5

Глубина сверления: $t = 1,5$ мм.

Расчет аналогичен операции 005

$S = 0,18$ мм/об., $n_{ст} = 800$ об/мин., $V_{факт} = 7,5$ м/мин., $M_{кр} = 1,6$ Н·м,

$P_o = 939$ Н, $N_e = 0,16$ кВт, $S_m = 144$ мм/мин., $t_0 = 0,05$ мин.

Позиция 3

Фрезеровать поверхность выдерживая размеры $7,5 \pm 0,5$

Инструмент: фреза 50 ГОСТ 22087-76, $D = 50$, $z = 5$.

Материал режущей части T5K10

Глубина фрезерования: $t = 3$ мм;

Ширина фрезерования: $B = 32$ мм;

Диаметр фрезы: $D = 50$ мм.

Расчет аналогичен операции 010

$S_z = 0,15$ мм/зуб., $n_{ст} = 630$ об/мин., $V = 98,9$ м/мин., $P_z = 2300$ Н,

$M_{кр} = 58$ Н·м, $N_e = 3,7$ кВт, $S = 0,75$ мм/об., $S_m = 375$ мм/мин., $t_0 = 0,42$

мин.

Центровать отверстие $\varnothing 4$

Сверло $\varnothing 4$

Материал режущей части P6M5

Глубина сверления: $t = 2$ мм.

Принимаем

Расчет аналогичен 005

$S = 0,18$ мм/об., $n_{ст} = 800$ об/мин., $V_{факт} = 10$ м/мин., $M_{кр} = 1,6$ Н·м,

$P_o = 939$ Н, $N_e = 0,16$ кВт, $S_m = 144$ мм/мин., $t_0 = 0,27$ мин.

Сверлить отверстие $\varnothing 9H14$

Сверло $\varnothing 9H14$

Материал режущей части P6M5

Глубина сверления: $t=4,5$ мм.

Расчет аналогичен операции 005

$S=0,1$ мм/об., $n_{ст}=315$ об/мин., $V_{факт}=8,9$ м/мин., $M_{кр}=3,2$ Н·м,

$P_o=874$ Н, $N_e=0,1$ кВт, $S_m=31,5$ мм/мин., $t_0=1,24$ мин.

Сверлить отверстие $\varnothing 14H14$

Сверло $\varnothing 14H14$

Материал режущей части P6M5

Глубина сверления: $t=7$ мм.

Расчет аналогичен операции 005

$S=0,12$ мм/об., $n_{ст}=315$ об/мин., $V_{факт}=13,8$ м/мин., $M_{кр}=5,4$ Н·м,

$P_o=1102$ Н, $N_e=0,14$ кВт, $S_m=37,8$ мм/мин., $t_0=0,74$ мин.

Фрезеровать резьбу M16

Инструмент: фреза 12, $D=12$, $z=4$.

Материал режущей части P6M5

Глубина фрезерования: $t=0,75$ мм;

Ширина фрезерования: $B=20$ мм;

Диаметр фрезы: $D=12$ мм.

Расчет аналогичен операции 010

$S_z=0,25$ мм/зуб., $n_{ст}=500$ об/мин., $V=98,8$ м/мин., $P_z=327$ Н,

$M_{кр}=6,3$ Н·м, $N_e=0,17$ кВт, $S=1$ мм/об., $S_m=500$ мм/мин., $t_0=0,24$

мин.

Зенкеровать отверстие $\varnothing 20,7$

Зенкер комбинированный $\varnothing 20,7$

Материал режущей части P6M5

Глубина сверления: $t=5,85$ мм.

Расчет аналогичен операции 005

$S=0,8$ мм/об., $n_{ст}=200$ об/мин., $V_{факт}=13$ м/мин., $M_{кр}=64$ Н·м,

$P_o=2854$ Н, $N_e=1,02$ кВт, $S_m=160$ мм/мин., $t_0=0,11$ мин.

Развертывание

Черновое развертывание отверстие $\varnothing 20,9$

Развертка черновая $\varnothing 20,9$

Материал режущей части P6M5

Глубина сверления: $t=0,1$ мм.

Расчет аналогичен операции 005

$S=1$ мм/об., $n_{ст}=160$ об/мин., $V_{факт}=10,5$ м/мин., $M_{кр}=0,5$ Н·м,

$S_m=160$ мм/мин., $t_0=0,11$ мин.

Чистовое развертывание отверстие $\varnothing 21H9$

Развертка черновая $\varnothing 21H9$

Материал режущей части P6M5

Глубина сверления: $t=0,05$ мм.

Расчет аналогичен операции 005

$S=0,8$ мм/об., $n_{ст}=160$ об/мин., $V_{факт}=10,5$ м/мин., $M_{кр}=0,1$ Н·м,

$S_m=128$ мм/мин., $t_0=0,14$ мин.

Операция 020: Токарная с ЧПУ

Токарный станок с ЧПУ

Подрезать торец в размер $170 \pm 0,5$

Инструмент: Резец 2103 - 0053 ГОСТ 18879-73

Материал режущей части Т5К10

Глубина точения: $t = 3,0$ мм;

Подача: $S = 0,7$ мм/об.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.42)$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv},$$

$$K_{mv} = K_r \cdot (750 / \sigma_B)^{nv},$$

$$C_v = 340; \quad x = 0,15; \quad y = 0,45; \quad m = 0,2; \quad T = 45 \text{ мин.}$$

$$\text{Принимаем } n_v = 1,0, \quad K_{nv} = 0,5, \quad K_{iv} = 0,65.$$

$$K_{mv} = 0,9 \cdot (750 / 900)^1 = 0,83.$$

$$K_v = 0,81 \cdot 0,5 \cdot 0,65 = 0,27.$$

$$V = \frac{340}{45^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,7^{0,45}} \cdot 0,27 = 35 \text{ м/мин};$$

$$n_{\text{фр}} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 35 / (3,14 \cdot 62) = 180 \text{ об/мин};$$

Сила резания

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (1.43)$$

$$C_p = 300, \quad x = 1, \quad y = 0,75, \quad n = -0,15.$$

$$P_o = 10 \cdot 300 \cdot 3^1 \cdot 0,7^{0,75} \cdot 35^{-0,15} \cdot 1,05 = 1662 \text{ Н.}$$

Мощность резания

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

$$N_e = \frac{1662 \cdot 35}{1020 \cdot 60} = 0,95 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{ст}} \cdot \eta,$$

$$N_{\text{ст}} = 15 \text{ кВт}, \quad \eta = 0,8.$$

$$N_{\text{шп}} = 15 \cdot 0,8 = 12 \text{ кВт.}$$

$$0,95 \text{ кВт} < 12 \text{ кВт.}$$

Минутная подача:

$$S_m = S \cdot n_{\text{ст}} = 0,7 \cdot 250 = 41,7 \text{ мм/мин.}$$

Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{\text{рх}} / S_m,$$

$$L_{\text{рх}} = L_{\text{рез}} + L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}},$$

$$L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}} = 5 \text{ мм.}$$

$$L_{\text{рх}} = 31 + 5 = 36 \text{ мм.}$$

$$t_0 = 1 \cdot 36 / 41,7 = 0,86 \text{ мин.}$$

Центровать отверстие $\varnothing 4$

Сверло $\varnothing 4$

Материал режущей части Р6М5

Глубина сверления: $t = 2$ мм.

Расчет аналогичен 005

$S = 0,18$ мм/об., $n_{\text{ст}} = 800$ об/мин., $V_{\text{факт}} = 10$ м/мин., $M_{\text{кр}} = 1,6$ Н·м,

$P_o = 939$ Н, $N_e = 0,16$ кВт, $S_m = 144$ мм/мин., $t_0 = 0,09$ мин.

Сверлить отверстие Ø20H14 на глубину 115^{+1} мм.

Сверло ø20

Материал режущей части P6M5

Глубина сверления: $t = 10$ мм.

Расчет аналогичен 005

$S = 0,35$ мм/об., $n_{\text{ст}} = 200$ об/мин., $V_{\text{факт}} = 11,3$ м/мин., $M_{\text{кр}} = 55,3$ Н·м,

$P_o = 6730$ Н, $N_e = 1,14$ кВт, $S_m = 70$ мм/мин., $t_0 = 2,17$ мин.

Черновое растачивание Ø32H12 на глубину 130 мм, Ø42H12 на глубину 7 мм,

Инструмент: Резец 2103 - 0053 ГОСТ 18879-73

Материал режущей части Т5К10

Глубина точения: $t = 2,5$ мм

Расчет аналогичен п.4.1

$S = 0,08$ мм/об., $V = 35$ м/мин., $n_{\text{ст}} = 1038$ об/мин., $P_o = 578$ Н,

$N_e = 0,71$ кВт, $S_m = 83$ мм/мин., $t_0 = 8,43$ мин.

Получистовое растачивание Ø37H10 на глубину 130 мм, Ø44H10 на глубину 7 мм,

Инструмент: Резец 2103 - 0053 ГОСТ 18879-73

Материал режущей части Т5К10

Глубина точения: $t = 1,0$ мм

Расчет аналогичен 025 п.3.1

$S = 0,25$ мм/об., $V = 90$ м/мин., $n_{\text{ст}} = 1167$ об/мин., $P_o = 403$ Н,

$N_e = 0,53$ кВт, $S_m = 292$ мм/мин., $t_0 = 0,46$ мин.

Чистовое растачивание Ø38H9 на глубину 130 мм, Ø45H9 на глубину 7 мм,

Инструмент: Резец 2103 - 0053 ГОСТ 18879-73

Материал режущей части Т5К10

Глубина точения: $t = 0,5$ мм

Расчет аналогичен 025

$S = 0,25$ мм/об., $V = 95$ м/мин., $n_{\text{ст}} = 1216$ об/мин., $P_o = 133$ Н,

$N_e = 0,2$ кВт, $S_m = 304$ мм/мин., $t_0 = 0,45$ мин.

Нарезать резьбу М42×1,5

Инструмент: Резец 2103 - 0053 ГОСТ 18879-73

Материал режущей части Т15К6

Глубина резанья: $t = 0,5$ мм;

Подача на один зуб резца: $S = 1,5$ мм/зуб.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot i^x}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.44)$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{nv},$$

$$K_{mv} = K_r \cdot (750 / \sigma_b)^{nv},$$

$$C_v = 244; x = 0,23; y = 0,3; m = 0,2.$$

$$T = 45 \text{ мин.}, K_r = 0,9.$$

$$\text{Принимаем } n_v = 1,0, K_{nv} = 1, K_{nv} = 1,0.$$

$$K_{MV} = 0,9 \cdot (750/900)^1 = 0,75.$$

$$K_v = 0,75 \cdot 1 \cdot 1,0 = 0,75.$$

$$V = \frac{244 \cdot 3^{0,23}}{45^{0,2} \cdot 1,5^{0,3}} \cdot 0,75 = 97 \text{ м/мин.}$$

$$n_{\text{фр}} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 97 / (3,14 \cdot 42) = 900 \text{ об/мин.};$$

$$\text{Принимаем } n_{\text{ст}} = 900 \text{ об/мин.}$$

Сила резания

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot P^y}{i^n} \cdot K_p, \quad (1.45)$$

$$\text{Принимаем } C_p = 148; y = 1,7; n = 0,71; K_p = 1,05;$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 148 \cdot 1,5^{1,7}}{3^{0,71}} \cdot 1,05 = 1458 \text{ Н.}$$

Мощность резания

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

$$N_e = \frac{1458 \cdot 97}{1020 \cdot 60} = 2,32 \text{ кВт.}$$

$$2,32 \text{ кВт} < 12 \text{ кВт.}$$

Минутная подача:

$$S_m = S \cdot n_{\text{ст}} = 1,5 \cdot 900 = 1350 \text{ мм/мин.}$$

Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{\text{рх}} / S_m,$$

$$L_{\text{рх}} = L_{\text{рез}} + L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}},$$

$$L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}} = 5 \text{ мм.}$$

$$L_{\text{рх}} = 28 + 5 = 33 \text{ мм.}$$

$$t_0 = 3 \cdot 33 / 1350 = 0,07 \text{ мин.}$$

Операция 030 Сверлильная

Центровать отверстие $\varnothing 4$

Сверло $\varnothing 4$

Материал режущей части Р6М5

Глубина сверления: $t = 2 \text{ мм.}$

Принимаем

Расчет аналогичен операции 005

$$S = 0,18 \text{ мм/об.}, n_{\text{ст}} = 800 \text{ об/мин.}, V_{\text{факт}} = 10 \text{ м/мин.}, M_{\text{кр}} = 1,6 \text{ Н·м,}$$

$$P_o = 939 \text{ Н, } N_e = 0,16 \text{ кВт, } S_m = 144 \text{ мм/мин.}, t_0 = 0,36 \text{ мин.}$$

Сверло $\varnothing 6$

Материал режущей части Р6М5

Глубина сверления: $t = 3 \text{ мм.}$

Расчет аналогичен операции 005

$$S = 0,15 \text{ мм/об.}, n_{\text{ст}} = 800 \text{ об/мин.}, V_{\text{факт}} = 15 \text{ м/мин.}, M_{\text{кр}} = 1,95 \text{ Н·м,}$$

$$P_o = 774 \text{ Н}, N_e = 0,16 \text{ кВт}, S_m = 120 \text{ мм/мин.}, t_0 = 0,6 \text{ мин.}$$

Таблица 1.6 – Расчет режимов резанья

№ Опер./ перех.		t, мм	S, мм/об.	V, м/мин.	n, об/мин.	T _о , мин
005	1	2	0,18	10	800	0,54
	2	3,0	0,15	15	800	0,48
	3	2,5	0,15	12,6	800	0,18
	4	0,35	0,5	14,6	800	0,18
	5	0,1	0,8	7,4	400	0,32
	6	0,05	0,6	9,4	500	0,24
015 Поз.1	1	3	0,75/0,15	98,9	630	0,14
	2	2	0,18	10	800	0,09
	3	6	0,1	8,9	315	1,43
	4	2,75	0,75	6,8	160	0,26
	5.1	0,1	1	7	160	0,19
	5.2	0,05	0,8	7	160	0,24
	6	3	0,75/0,15	98,9	630	0,37
	7	2	0,18	10	800	0,27
	8	4	0,1	8,9	315	3,56
	9	2,75	0,75	6,8	160	0,26
	10.1	0,1	1	7	160	0,19
	10.2	0,05	0,8	7	160	0,24
	11	4	0,1	8,9	315	0,22
	12	1,5	0,18	7,5	800	0,05
	13	3	0,75/0,15	98,9	630	0,27
	14	2	0,18	10	800	0,27
	15	4	0,1	8,9	315	1,24
	16	0,75	0,25	98,8	500	0,24
	17	5,85	0,8	13	200	0,11
Поз.2	18.1	0,1	1	10,5	160	0,11
	18.2	0,05	0,8	10,5	160	0,14
Поз.3	1	3	0,7	35	180	0,86
	2	2	0,18	10	800	0,09
	3	10	0,35	11,3	200	2,17
	4	2,5	0,08	35	1038	8,43
	5	1	0,25	90	1167	0,46
	6	0,5	0,25	95	1216	0,45
	7	0,5	1,5	97	900	0,07
030	1	2	0,18	10	800	0,27
	2	3,0	0,15	15	800	0,6

1.10 Нормирование технологического процесса

Норма времени [7,8]:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n}, \quad (1.46)$$

где $T_{\text{шт-к}}$ – штучно-калькуляционное время выполнения работ на станках, мин;

$T_{\text{шт}}$ – норма штучного времени, мин;

$T_{\text{п-з}}$ – норма подготовительно-заключительного времени, мин.

Для станков с ЧПУ:

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{ца}} + T_{\text{в}} \cdot K_{\text{ив}}) \cdot \left(1 + \frac{A_{\text{обс}} + A_{\text{отд}}}{100} \right), \quad (1.47)$$

где $T_{\text{ца}} = T_{\text{о}} + T_{\text{мв}}$, – время цикла автоматической работы станка по программе, мин.

$T_{\text{ца}} = T_{\text{о}} + T_{\text{мв}}$,

$T_{\text{о}}$ – основное время на обработку одной детали, мин;

$T_{\text{мв}}$ – машинно-вспомогательное время по программе (на подвод детали или инструмента от исходных точек в зоны обработки и отвод; установку инструмента на размер, смену инструмента, изменение величины и направления подачи, время технологических пауз.), мин;

$T_{\text{в}}$ – вспомогательное время, мин;

$K_{\text{ив}}$ – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

$A_{\text{обс}}$ – время на обслуживание рабочего места, %;

$A_{\text{отд}}$ – время на отдых и личные надобности, %.

$T_{\text{в}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{опер}} + T_{\text{изм}}$, мин, где

$T_{\text{уст}}$ – время на установку и снятие детали, мин;

$T_{\text{опер}}$ – время, связанное с операцией, мин;

$T_{\text{изм}}$ – время на измерение, мин.

$T_{\text{п-з}} = T_{\text{п-з1}} + T_{\text{п-з2}} + T_{\text{п-з.обр}}$, мин, где

$T_{\text{п-з1}}$ – время на организационную подготовку, мин;

$T_{\text{п-з2}}$ – время на наладку станка, мин;

$T_{\text{п-з.обр}}$ – нормы времени на пробную обработку, мин.

Для универсальных станков:

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{о}} + T_{\text{в}} \cdot K_{\text{ив}}) \cdot \left(1 + \frac{A_{\text{обс}} + A_{\text{отд}}}{100} \right), \quad (1.48)$$

$$T_{\text{в}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{пер}} + T_{\text{изм}}, \quad (1.49)$$

Результаты нормирования рассчитаны на основе литературы [7,8] и приведены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Расчет норм времени на операцию

№ оп	Содержание работы	Источник	Время, мин
005	Сверлильно-фрезерная с ЧПУ		
	1. Основное время		1,94
	2. Вспомогательное время: время, связанное с операцией	Карта 14, поз.1-6	1,0
	время на установку и снятие изделия	Карта 13, поз. 3	0,4
	машинно-вспомогательное время по программе		1,5
	Коэффициент на вспомогательное время		1,0
	Суммарное вспомогательное время		2,9
	3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	Карта 16 Поз.39	14%
	5. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы	Карта 26,	28,6
	Штучное время		5,11 5,41
	Штучно-калькуляционное время		
015	Сверлильно-фрезерная с ЧПУ		
	1. Основное время		3,08
	2. Вспомогательное время: время, связанное с операцией	Карта 14, поз.1-6	1,0
	время на установку и снятие изделия	Карта 13, поз. 3	0,6
	машинно-вспомогательное время по программе		1,5
	Коэффициент на вспомогательное время		1,0
	Суммарное вспомогательное время		3,1
	3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	Карта 16 Поз.39	14%
	5. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы	Карта 26,	28,6
	Штучное время		6,61 6,91
	Штучно-калькуляционное время		

025	Токарная с ЧПУ		
	1. Основное время		12,53
	2. Вспомогательное время:		
	время, связанное с операцией	Карта9, поз. 1	0,9
	время на установку и снятие изделия	Карта 48, поз. 3	1,2
	машинно-вспомогательное время по программе	Карта 86 Поз.58	1,7
	Коэффициент на вспомогательное время		1,0
	Суммарное вспомогательное время		3,8
	3. Время на обслуживание рабочего места,	Карта 49, Карта 1	10%
	время перерывов на отдых и личные надобности	Карта 26	
030	5. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы		25
	Штучное время		17,58
	Штучно-калькуляционное время		17,84
	Сверлильная		
	1. Основное время		0,87
	2. Вспомогательное время:		
	время, связанное с операцией	Карта11, поз. 1	0,9
	время на установку и снятие изделия	Карта 24, поз. 3	1,2
	Коэффициент на вспомогательное время		
	Суммарное вспомогательное время		2,1
	3. Время на обслуживание рабочего места,	Карта 27, Карта 1	8%
	время перерывов на отдых и личные надобности	Карта 22	
	5. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы		25
	Штучное время		2,19
	Штучно-калькуляционное время		2,45

Приспособление разрабатываем для операции 020 в соответствии с принятой схемой базирования. Установку заготовки в приспособление для токарной обработки обеспечивает постоянство закрепления в определенном положении заготовок относительно режущего инструмента и позволяет вести обработку с достаточной высокой точностью и меньшими затратами времени, т.к. исключает время на выверку заготовки.

Приспособление состоит из корпуса позиции 1 к которому крепятся стойки позиции 2 и 3. Для базирования заготовки на приспособление осуществляется пластину позиции 11, которая крепится к корпусу позиции 1 с помощью винта позиции 16 и в упор. Заготовка выставляется с помощью винтов позиции 19 и законтрогаемые гайкой позиции 21. Крепление производится с помощью винта позиции 17.

Для ориентации приспособления на станке применяются паз диаметром 100Н7. Для крепления приспособления к станку винтами, в корпусе имеются 4 паза.

1.12 Расчёт приспособления на точность

При расчёте приспособления на точность необходимо определить погрешность установки заготовки в приспособлении, которая определяется как:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_{3.0}^2 + \varepsilon_{пр}^2}, \quad (1.51)$$

где ε_6 – погрешность базирования, мм;

$\varepsilon_{3.0}$ – основная погрешность закрепления, мм;

$\varepsilon_{пр}$ – погрешность приспособления, мм.

Определяем погрешности базирования.

Для размеров на выполняемое отверстие Ø38Н10 и длину 130^{+0.4}, Ø45Н9 и длину 7:

Все размеры выполняются за одну установку. Технологическая база не совпадает с измерительной $\varepsilon_6 = 0,2$ мм.

Погрешность закрепления действует не на продолжительный участок заготовки, следовательно упругими деформациями можно пренебречь $\varepsilon_{3.0} = 0$.

Погрешность приспособления не связана с установкой заготовки в приспособление, поэтому ею пренебрегаем $\varepsilon_{пр} = 0$

$$\varepsilon_y = \sqrt{200^2 + 0 + 0} = 200 \text{ мкм.}$$

Приспособление удовлетворяет требованиям точности, т. к. погрешность установки не превышает допуска на выполняемые размеры.

1.13 Силовой расчёт механизма

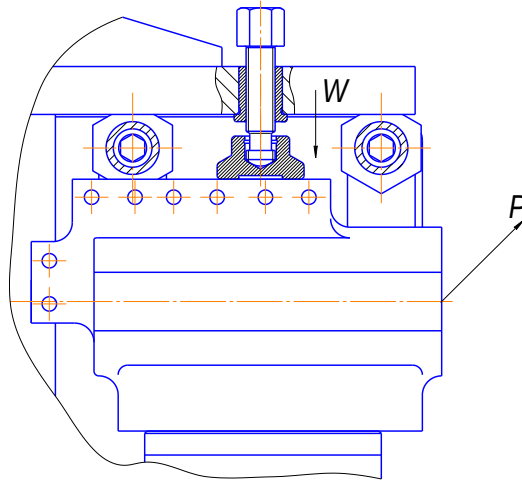


Рисунок 1.5 Схема зажима

Зажим производится винтовым механизмом с помощью винтового зажима. Непосредственно зажим осуществляется гайкой и неподвижной шпилькой. Необходимо рассчитать диаметр резьбы.

Усилие зажима

$$W=5 \cdot K \cdot P, \quad (1.52)$$

где K – коэффициент запаса, $K=1,5 - 2$;

P – максимальная сила резания на данной операции, $P=3188$ Н.

$$W=5 \cdot 2 \cdot 6730 = 6730 \text{ Н},$$

Допустимое усилие зажима по условию прочности для основной метрической резьбы

$$W=0,5 \cdot d^3 \cdot [\sigma]_p, \quad (1.53)$$

где d – номинальный диаметр резьбы, мм;

$[\sigma]_p=80$ Мпа – допустимое напряжение при растяжении;

$$d = \sqrt[3]{\frac{W}{0,5 \cdot [\sigma]_p}} = \sqrt[3]{\frac{67300}{0,5 \cdot 80}} = 11,9 \text{ мм}.$$

Принимаем $d=14$ мм.

1.14 Проектирование комбинированного зенкера

Зенкер предназначен для обработки ступенчатого отверстия $\varnothing 23,8\text{H}11$, $\varnothing 28,8\text{H}11$.

Выбора материала режущей части и хвостовика зенкера, при обработке сталей, экономически выгодно использовать зенкер из следующих марок быстрорежущих сталей P18, P6M5Ф3, P6M5, P9K10, P10K5Ф5. Выбираем марку быстрорежущей стали P6M5, ГОСТ 19256-73. Для экономии быстрорежущей стали, зенкер делаем составным неразъемным, сваренным, с помощью контактной сварки оплавлением. Хвостовик изготавливают из стали 40Х ГОСТ 454-74.

Геометрические параметры режущей части:

- задний угол принимаем в зависимости от обрабатываемого материала равным 8° ,
- передний угол 15° ,

- главный угол в плане 60° ,
 - угол наклона канавок. Рекомендуемый угол наклона стружечной канавки у цельного хвостового быстрорежущего зенкера 7° ,
 - угол наклона главной режущей кромки.
- Для быстрорежущих хвостовых зенкеров угол $10...12^\circ$. Назначаем угол 10° .

Расчет, назначение конструктивных размеров зенкера.

Более высокая жёсткость конструкции, увеличение по сравнению со сверлом числа зубьев и соответственно центрующих ленточек обеспечивают лучшее направление зенкера в процессе работы и более высокое качество обработанной поверхности.

Количество зубьев зенкера Z зависит от типа зенкера и его диаметра, в данном случае $Z=4$.

Хвостовик выполнен в форме конуса Морзе №3 его размер выбирается по АТ7 ГОСТ 2848-75.

Для проведения последующих переточек хвостовой зенкер снабжён центровым отверстием формы В по ГОСТ 14034-75.

Допуск на изготовление конических базовых поверхностей зенкера выбирается по ГОСТ 2848-75.

Исполнительный размер диаметра зенкера D устанавливается по ГОСТ 12509-75 в зависимости от точности и диаметра обрабатываемого отверстия.

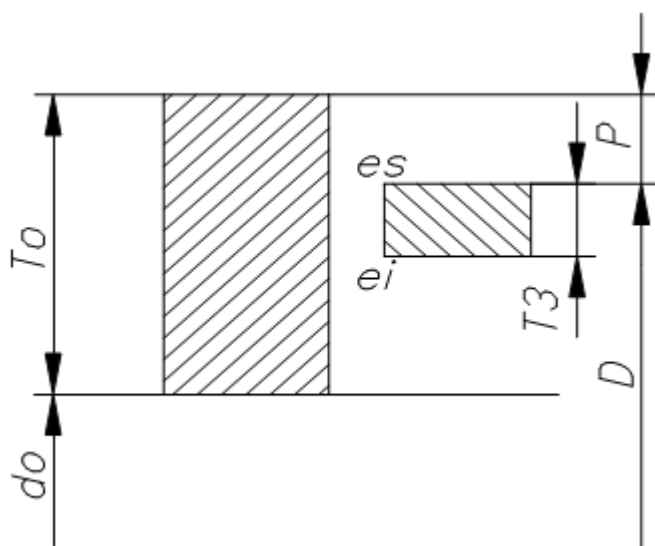


Рисунок 1.6 – Схема полей допусков

$$D = d_0 + T_0 - P, \quad (1.55)$$

где D – диаметр зенкера, мм;

d_0 – номинальный диаметр отверстия, мм;

T_0 – допуск изготовления отверстия, мм;

P – разбивка отверстия, мм;

$T_z=0,13$ – допуск на изготовление зенкера, мм.

Расчет производим для наиболее точной ступени

$D=19,7+0,013 - 0,05=19,708$ мм,

Длина стружечной канавки определяется конструктивно исходя из формы обрабатываемого отверстия.

Форма и размеры стружечных канавок зенкеров должны, с одной стороны, обеспечивать размещение и свободный отвод стружки, а с другой, - достаточную жесткость зенкеров. Кроме того, форма и расположение стружечной канавки, определяют форму передней поверхности и значение переднего угла. При выборе стружечной канавки необходимо учитывать ее технологичность.

По рекомендациям [2] выбираем прямолинейный профиль стружечной канавки. Этот профиль обеспечивает благоприятные условия для образования и завивания стружки, он также достаточно технологичен.

Организационная часть

1.15 Расчет потребного количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Расчетное количество станков для обработки годовой программы деталей определяется по формуле[13]:

$$C_p = \frac{T_{шт-к} \cdot N}{60 \cdot F_d}, \quad (1.56)$$

где C_p – расчётное количество станков данного типа, шт;

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час:

$$F_d = F_n \cdot K_n, \quad (1.57)$$

где F_n – номинальный годовой фонд времени работы оборудования, час;

$K_n=0,97$ – коэффициент, учитывающий потери времени при ремонте оборудования.

Коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{зо} = \frac{C_p}{C_{п}} \cdot 100, \quad (1.58)$$

где $C_{п}$ – принятое число станков.

Результаты расчёта приведены в таблице 1.8

Таблица 1.8 – Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

№ операции	$T_{шт-к}$, мин	C_p	$C_{п}$	$K_{зо}$, %
005	5,41	0,097	1	9,7
015	6,91	0,124	1	12,4
025	17,84	0,32	1	32
030	2,45	0,044	1	4,4

Средний коэффициент загрузки $K_{зо. ср.} = 27,1\%$.

Коэффициент загрузки оборудования получился небольшим, поэтому следует произвести дозагрузку оборудования за счёт изготовления изделий другой номенклатуры. На Рис 5.1 приведён график загрузки оборудования:

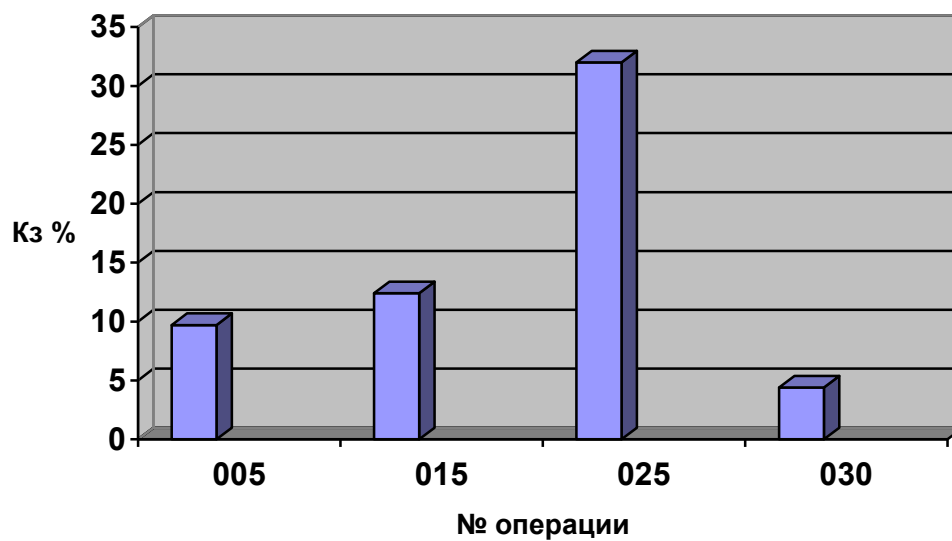


Рисунок 5.1 График загрузки оборудования

1.3.2 Расчет состава работающих

Расчет производился по методическим указаниям [2].

Количество производственных рабочих рассчитывается на основе общей трудоёмкости изготовления изделия по формуле:

$$P = \frac{N \cdot \sum T_{\text{шт.-к.}i}}{60 \cdot F_{\text{др}} \cdot K_M}, \quad (1.56)$$

где $F_{\text{др}}$ – действительный годовой фонд времени рабочих в часах, $F_{\text{др}} = 1860$, час;

K_M – коэффициент многостаночного обслуживания, для мелкосерийного производства $K_M = 1,1$.

Станок ГФ2171С6

$$P = \frac{2000 \cdot 5,41}{60 \cdot 1860 \cdot 1,1} = 0,088.$$

Принимаем количество рабочих 1.

Станок ИР320ПМФ4

$$P = \frac{2000 \cdot 6,91}{60 \cdot 1860 \cdot 1,1} = 0,11.$$

Принимаем количество рабочих 1.

Станок СТП 220

$$P = \frac{2000 \cdot 17,84}{60 \cdot 1860 \cdot 1,1} = 0,29$$

Принимаем количество рабочих 1

Станок 2Н125

$$P = \frac{2000 \cdot 2,45}{60 \cdot 1860 \cdot 1,1} = 0,29$$

Принимаем количество рабочих 1

Число вспомогательных рабочих составляет (18 - 25)% от количества производственных рабочих, инженерно - технических работников – (11 – 13)%, служащих – (4 – 5)%, младшего обслуживающего персонала – (2 – 3)% от общего количества производственных и вспомогательных рабочих.

Сводная ведомость численности персонала представлена в таблице 1.15.

Таблица 1.15 – Ведомость численность персонала

Наименование профессий	Количество работающих
Производственные рабочие	4
Вспомогательные рабочие	1
Инженерно – технические работники	1
Служащие	1
Младший обслуживающий персонал	1
Итого работающих	8

2 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФ- ФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

Студент гр. В10А11

А.В.Пархоменко

(Подпись)

(Дата)

Руководитель
Ст. преподаватель

Д.Н.Нестерюк

(Подпись)

(Дата)

Нормоконтроль,
к.т.н., доцент. кафедры ТМС

А.А. Ласуков

(Подпись)

(Дата)

2.1 Расчет объема капитальных вложений

2.1.1 Стоимость технологического оборудования

Целью данного раздела является расчет себестоимости детали (корпус 2М138И.01.13.060СБ) и капитальных вложений с показателями:

- норма расхода материала – 5,45 кг;
- вес детали – 3,3 кг;
- материал – Сталь 45 ГОСТ 1050-88;
- годовой объем выпуска – 2000 шт.

Расчет финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения производился по методическим указаниям.

Стоимость технологического оборудования в рублях представляет собой сумму произведения количества оборудования и его цены по всем операциям технологического процесса:

$$K_{mo} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot C_i, \quad (2.1)$$

где m – количество операций технологического процесса изготовления изделий;

Q_i – принятое количество единиц оборудования, занятого выполнением i -ой операции, шт;

C_i – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением i -ой операции, руб.

Стоимость технологического оборудования представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель стан-ка	C_i , руб	Q_i , шт	K_{mo} , руб
005	ГФ 3171С6	2100000	1	2100000
015	ИР320ПМФ4	5300000	1	5300000
025	СТП220	1750000	1	1750000
030	2Н125	300000	1	300000
Всего:				9450000

2.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

Стоимость вспомогательного оборудования определим приближенно – 30% от стоимости технологического оборудования и вычисляется по формуле:

$$\begin{aligned} K_{bo} &= K_{то} \cdot 0,3, \\ K_{bo} &= 9450000 \cdot 0,3 = 2835000 \text{ руб} \end{aligned} \quad (2.2)$$

2.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря по предприятию может быть установлена приближенно в размере 10-15% от стоимости технологического оборудования и вычисляется по формуле:

$$\begin{aligned} K_{ин} &= K_{то} \cdot 0,15, \\ K_{ин} &= 9450000 \cdot 0,15 = 1417500 \text{ руб.} \end{aligned} \quad (2.3)$$

2.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

Стоимость эксплуатационных помещений в рублях при собственных помещениях определяется по формуле:

$$C_n^{//} = (S_{nn} \cdot A_{nn} + S_{cn} \cdot A_{cn}) \cdot T, \quad (2.4)$$

где S_{nn} , S_{cn} – соответственно производственная и складская площадь,
 $S_{nn} = 300 \text{ м}^2$, $S_{cn} = 30 \text{ м}^2$;

A_{nn} , A_{cn} – арендная плата 1 м^2 за месяц, $A_{nn} = A_{cn} = 200 \text{ руб/м}^2$;

T – отчетный период, $T = 12 \text{ мес.}$

$$C_n^{//} = (300 \cdot 200 + 30 \cdot 200) \cdot 12 = 792000 \text{ руб.}$$

1.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалы вычисляется по формуле:

$$K_{нзм} = \frac{H_m \cdot N \cdot C_m}{360} \cdot T_{обм}, \quad (2.5)$$

H_m – норма расхода материала, $H_m = 5,45 \text{ кг/ед}$;

N – годовой объем производства продукции, $N = 2000 \text{ шт}$;

C_m – цена материала, $C_m = 42 \text{ руб./кг}$;

$T_{обм}$ – продолжительность оборота запаса материалов (от 7 до 40 дней)
в днях, $T_{обм} = 30 \text{ дней}$.

$$K_{нзм} = \frac{5,45 \cdot 2000 \cdot 42}{360} \cdot 30 = 38150 \text{ руб.}$$

1.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

Стоимость незавершенного производства вычисляется по формуле:

$$K_{нзн} = \frac{N \cdot T_{ц} \cdot C' \cdot k_z}{360}, \quad (2.6)$$

где $T_{ц}$ – длительность производственного цикла, $T_{ц} = 5 \text{ дня}$;

C' – себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

k_z – коэффициент готовности.

$$C' = \frac{H_m \cdot C_m}{k_m} \quad (2.7)$$

где k_m – коэффициент, учитывающий удельный вес стоимости основных материалов в себестоимости изделия ($k_m = 0,8-0,85$).

Коэффициент готовности

$$k_r = (k_m + 1) \cdot 0,5, \quad (2.8)$$

$$k_r = (0,85 + 1) \cdot 0,5 = 0,93.$$

$$C' = \frac{5,45 \cdot 42}{0,85} = 269,3 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{нзп}} = \frac{2000 \cdot 5 \cdot 269,3 \cdot 0,93}{360} = 6956,8 \text{ руб.}$$

1.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции вычисляется по формуле:

$$K_{\text{зн}} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{\text{зн}} \quad (2.9)$$

где $T_{\text{зн}}$ - продолжительность оборота готовой продукции на складе в днях, $T_{\text{зн}} = 7$ дней.

$$K_{\text{зн}} = \frac{269,3 \cdot 2000}{360} \cdot 7 = 10472,6 \text{ руб.}$$

1.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность в рублях вычисляется по формуле:

$$K_{\text{оз}} = \frac{B_{\text{pn}}}{360} \cdot T_{\text{оз}}, \quad (2.10)$$

B_{pn} - выручка от реализации продукции на стадии предварительных расчетов, руб;

$T_{\text{оз}}$ - продолжительность дебиторской задолженности, $T_{\text{оз}} = 20$ дней.

2.1.8.1 Выручка от реализации продукции на стадии предварительных расчетов вычисляется по формуле:

$$B_{\text{pn}} = C' \cdot N \cdot (1 + p / 100) \quad (2.11)$$

где p - рентабельность продукции, $p = 20\%$.

$$B_{\text{pn}} = 269,3 \cdot 2000 \cdot (1 + 20/100) = 646305,9 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{оз}} = \frac{646305,9}{360} \cdot 7 = 1795,3 \text{ руб.}$$

2.1.9 Денежные оборотные средства

Денежные средства на текущие расходы определяются по формуле:

$$C_{\text{обс}} = K_{\text{пзм}} \cdot 0,1, \quad (2.12)$$

$$C_{\text{обс}} = 38150 \cdot 0,1 = 3815 \text{ руб.}$$

Сумма капитальных вложений определяется по формуле:

$$C_{\text{к.в.}} = K_{\text{то}} + K_{\text{во}} + K_{\text{ии}} + C_{\text{п}} + K_{\text{пзн}} + K_{\text{нзп}} + C_{\text{обс}}, \quad (2.13)$$

$$C_{\text{к.в.}} = 9450000 + 28350000 + 1417500 + 792000 + 38150 + 6956,8 + 3815 = 14543422 \text{ руб.}$$

2.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

2.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы в рублях вычисляются по формуле:

$$C_m = N \cdot (C_m \cdot H_m \cdot K_{мзр} - C_o \cdot H_o), \quad (2.14)$$

где $K_{мзр}$ - коэффициент транспортно - заготовительных расходов, $K_{мзр} = 1,04$;

C_o - цена возвратных отходов, $C_o = 9,9$ руб/кг;

H_o - норма возвратных отходов.

$$H_o = m_3 - m_o, \quad (2.15)$$

$$H_o = 5,45 - 3,3 = 2,15 \text{ кг/шт}$$

$$C_m = 2000 \cdot (42 \cdot 5,45 \cdot 1,04 - 9,9 \cdot 2,15) = 433542 \text{ руб.}$$

Затраты на основные материалы представлены в таблице 2.2

Таблица 2.2 – Затраты на основные материалы

№ детали	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб	C_m , руб
ФЮРА.В10А11.001.000	476112	42570	433542
Всего:			433542

2.2.2 Заработная платы производственных рабочих

Расчет заработной платы производственных работников в рублях вычисляется по формуле:

$$C_{зо} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{umi} \cdot C_{часj}}{60} \cdot k_n \cdot k_p \cdot N, \quad (2.16)$$

где m – количество операций технологического процесс, шт;

t_{umi} – норма времени на выполнение i -ой операции, мин/ед;

$C_{часj}$ – часовая ставка j -го разряда, руб./час;

k_n – коэффициент, учитывающий премии и доплаты, $k_n = 1,5$;

k_p – районный коэффициент, $k_p = 1,3$.

Расчет заработной платы производственных рабочих представлен в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Заработная плата производственных рабочих

Профессия рабочего	t_{umi} , мин	Разряд	Количество	$C_{часj}$ руб.	$C_{зо}$, руб
Оператор станка с ЧПУ	5,41	4	1	33,2	11674,8
Оператор станка с	6,91	4	1	33,2	14911,8

ЧПУ					
Оператор станка с ЧПУ	17,84	4	1	33,2	38498,7
Сверловщик	2,45	3	1	28,7	4570,5
Фонд заработной платы всех рабочих					69655,8

Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисления на социальные нужды производственных рабочих вычисляются по формуле:

$$C_{oco} = C_{zo} \cdot (\alpha_1 + \alpha_2), \quad (2.17)$$

где α_1 - обязательные социальные отчисления, $\alpha_1 = 0,3$ руб/год;

α_2 - социально страхование по профессиональным заболеваниям и несчастным случаям, $\alpha_2 = (0,03-1,7)$ руб/год.

$$C_{oco} = 69655,8 \cdot (0,3 + 0,08) = 26469,2 \text{ руб.}$$

2.2.3 Расчет амортизации основных фондов

2.2.3.1 Годовую норму автоматизации каждого оборудования в рублях вычисляем по формуле:

$$a_{ni} = \frac{1}{T_o} \cdot 100\%, \quad (2.18)$$

где T_o - срок службы оборудования, $T_o = 3 - 12$ лет.

Годовая норма автоматизации на ГФ2771С6 станок:

$$a_{n1} = \frac{1}{8} \cdot 100\% = 12,5\%.$$

Годовая норма автоматизации на ИР320ПМФ4 станок:

$$a_{n1} = \frac{1}{8} \cdot 100\% = 12,5\%.$$

Годовая норма автоматизации на в СТ220 станок:

$$a_{n1} = \frac{1}{8} \cdot 100\% = 12,5\%.$$

Годовая норма автоматизации на 2Н125 станок:

$$a_{n1} = \frac{1}{5} \cdot 100\% = 20\%.$$

2.2.3.2 Расчет амортизационных отчислений, приходящихся на один час работы оборудования:

$$A_q = \sum_{i=1}^n \frac{Ц_i \cdot a_{ni}}{F_o \cdot K_{epi}}, \quad (2.19)$$

где n – количество оборудования, шт;

K_{epi} – коэффициент загрузки i -го оборудования по времени;
 F_{∂} – действительный годовой фонд времени работы оборудования,
 $F_{\partial} = 2016$ час.;

Расчет амортизационных отчислений представлен в таблице 2.4

Таблица 2.4 - Амортизационные отчисления

№ операции	C , руб.	a_n , %	F_{∂} , ч	A_q , руб
005, 020	1342,354	12,5	2016	1342,4
015	2650,17	12,5	2016	2650,2
	339,0842	12,5	2016	339
	676,4069	20	2016	676,4
Амортизационные отчисления для всех станков				5008,0

2.2.3.3 Расчет амортизационных отчислений зданий

Амортизационные отчисления эксплуатируемых площадей, включены в стоимость арендной платы.

2.2.4 Отчисления в ремонтный фонд

Отчисления в ремонтный фонд вычисляются по формуле:

$$C_p = (K_{то} + K_{во}) \cdot k_{рем} + C_n \cdot k_{з.рем}, \quad (2.20)$$

где $k_{рем}$, $k_{з.рем}$ - коэффициенты, учитывающие отчисления в ремонтный фонд, $k_{рем} = 0,02$, $k_{з.рем} = 0,05$;

$$C_p = (9450000 + 2385000) \cdot 0,02 + 792000 \cdot 0,05 = 285300 \text{ руб.}$$

2.2.5 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

2.2.5.1 Затраты на СОЖ вычисляются по формуле:

$$C_{СОЖ} = n \cdot N \cdot g_{ox} \cdot u_{ox}, \quad (2.21)$$

где g_{ox} – средний расход охлаждающей жидкости для одного станка,
 $g_{ox} = 0,03$ кг/дет;

u_{ox} – средняя стоимость охлаждающей жидкости, $u_{ox} = 152$ руб/кг.

$$C_{СОЖ} = 3 \cdot 2000 \cdot 0,03 \cdot 152 = 27360 \text{ руб.}$$

2.2.6 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию в рублях вычисляется по формуле:

$$C_{чэ} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \cdot F_{\partial} \cdot K_N \cdot K_{ep} \cdot K_{од} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot C_{\epsilon}, \quad (2.22)$$

где N_{yi} – установленная мощность электродвигателей оборудования, занятого выполнением i -ой операции, кВт;

$K_N, K_{\text{вр}}$ – средние коэффициенты загрузки электродвигателя по мощности и времени, принимаем $K_N = 0,5, K_{\text{вр}} = 0,3$;

$K_{\text{од}}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей, $K_{\text{од}} = 0,7$;

K_{ω} – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода, принимаем, $K_{\omega} = 1,06$;

η – КПД оборудования, принимаем $\eta = 0,7$;

$C_{\text{э}}$ – средняя стоимость электроэнергии по данным городской электросети, $C_{\text{э}} = 4,18$ руб.

Затраты на электроэнергию представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Затраты на электроэнергию

№ операции	N_y , кВт	$C_{\text{чэ}}$, руб
005,020	11	14738,61
015	11	14738,61
	22	29477,23
	2,2	2947,723
Затраты на электроэнергию для всех операций		61902,2

2.2.7 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь

Стоимость инструментов и инвентаря по предприятию установлена приближенно, поэтому их учтем как плановый показатель $K_{\text{ин}} = 1110000$ руб. и включим в себестоимость произведенной продукции.

2.2.8 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих в рублях вычисляется по формуле:

$$C_{\text{звр}} = \sum_{j=1}^k C_{\text{змj}} \cdot C_{\text{врj}} \cdot 12 \cdot k_{\text{нj}} \cdot k_{\text{рj}} \cdot k_y, \quad (2.23)$$

где k – количество вспомогательных рабочих, $k = 1$ чел;

$C_{\text{врj}}$ – численность рабочих по соответствующей профессии, $C_{\text{врj}} = 1$ чел;

$C_{\text{змj}}$ – месячная тарифная ставка рабочего соответствующего разряда,

$C_{\text{змj}} = 7500$ руб;

$k_{\text{нj}}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплат для вспомогательных рабочих, $k_{\text{нj}} = 1,3$;

$k_{\text{рj}}$ – районный коэффициент, $k_{\text{рj}} = 1,3$;

k_y – коэффициент, учитывающий участие работника в изготовлении детали, $k_y = 0,08$.

$C_{\text{звр}} = 7500 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 0,08 = 12168$ руб.

2.2.8.1 Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих определяются по формуле:

$$C_{\text{овр}} = C_{\text{звр}} \cdot (0,3 + 0,05) \text{ руб.} \quad (2.24)$$

где $C_{\text{овр}}$ - сумма отчислений за год, руб./год.

$$C_{\text{овр}} = 12168 \cdot (0,3 + 0,05) = 4258 \text{ руб}$$

2.2.9 Заработная плата административно - управленческого персонала

Заработная плата административно - управленческого персонала определяется по формуле:

$$C_{\text{зауп}} = \sum_{j=1}^k C_{\text{зауп}j} \cdot \chi_{\text{ауп}j} \cdot 12 \cdot k_{pj} \cdot k_{ндj} \cdot k_y, \quad (2.25)$$

где $C_{\text{зауп}j}$ - месячный оклад работника административно - управленческого персонала;

$\chi_{\text{ауп}j}$ - численность работников административно-управленческого персонала должности;

$k_{ндj}$ - коэффициент, учитывающий премии и доплаты административно-управленческого персонала, $k_{ндj} = 1,3$.

k_y - коэффициент, учитывающий участие работника в изготовлении детали, $k_y = 0,02$.

$$C_{\text{заупРУК}} = 13450 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 272766 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{заупСПЕЦ}} = 11500 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 233220 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зауп}} = (272766 + 233220) \cdot 0,02 = 10119,7 \text{ руб.}$$

2.2.9.1 Отчисления на социальные цели административно - управленческого персонала вычисляются по формуле:

$$C_{\text{оауп}} = C_{\text{зауп}} \cdot (0,3 + 0,02), \quad (2.26)$$

где $C_{\text{оауп}}$ - сумма отчислений за год, руб./год.

$$C_{\text{оауп}} = 110119,7 \cdot (0,3 + 0,02) = 3238 \text{ руб.}$$

2.2.9.1 Отчисления на социальные цели административно - управленческого персонала вычисляются по формуле:

$$C_{\text{оауп}} = C_{\text{зауп}} \cdot (0,3 + 0,02), \quad (2.26)$$

где $C_{\text{оауп}}$ - сумма отчислений за год, руб./год.

$$C_{\text{оауп}} = 110119,7 \cdot (0,3 + 0,02) = 3238 \text{ руб.}$$

2.2.10 Сумма затрат

Сумма затрат вычисляется по формуле:

$$C_{\text{затр}} = ПЗ + КЗ, \quad (2.27)$$

где $ПЗ$ - прямые затраты единицы продукции, руб;

$КЗ$ - косвенные затраты, руб.

$$C_{\text{затр}} = 529667 + 1201354 = 1731021 \text{ руб.}$$

2.3 Экономическое обоснование технологического проекта

Смета затрат по экономическим элементам представлена в таблице 2.6.

Таблица 2.6 - Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед	Сумма, руб./год
1	2	3
Прямые затраты:		52966,9
Основные материалы за вычетом реализуемых отходов	216,77	433542
Заработная плата производственных рабочих	34,83	69655,8
Отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	13,23	26469,2
Косвенные затраты:		1201354
Амортизация оборудования предприятия	2,50	5008,0
Арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений	396	792000
Отчисления в ремонтный фонд	142,65	285300
Вспомогательные материалы на содержание оборудования	13,68	27360
Затраты на силовую электроэнергию	30,95	61902,2
Заработная плата вспомогательных рабочих	6,08	12168
Отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	2,13	4258
Заработная плата административно-управленческого персонала	5,06	10119,7
Отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	1,62	3238
Итого (себестоимость), руб.	865,51	1731021

При данной годовой программе выпуска 2000 шт. изделия корпуса 2М138.01.13.060СБ. и разработанном производственном процессе себестоимость изделия составляет 865,51руб

3. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Студент гр. В10А11

А.В. Пархоменко

(Подпись)

(Дата)

Руководитель
д.т.н., профессор

А.В. Портола

(Подпись)

(Дата)

Нормоконтроль,
к.т.н., доцент кафедры ТМС

А.А. Ласуков

(Подпись)

(Дата)

3.1 Характеристика объекта исследования

Реальные производственные условия характеризуются, как правило, наличием некоторых опасных и вредных факторов.

В ходе технологического процесса обрабатывается деталь корпус.

Материалом детали является сталь 45 ГОСТ 1050-88, масса детали – 3,3кг, масса заготовки – 5,45 кг.

На предприятиях в соответствии с ГОСТ12.3.020-80 перемещение грузов массой более 10 кг в технологическом процессе должно производиться с помощью грузоподъемных средств.

Деталь изготавливается на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ модели ГФ2171С6 и сверлильно-фрезерно-расточном станке с ЧПУ модели ИР 320ПМФ4, полуавтомат специальный токарный с ЧПУ модели СТП220АП, вертикально – сверлильный станок модели 2Н125. Данные операции характеризуются большим выделением следующих компонентов:

- стружки, поэтому необходимо предусмотреть мероприятия по удалению стружки из рабочей зоны станков;
- тепла, поэтому возникает необходимость применения СОТС смазывающее охлаждающие технологических средств.

Выполнение рассматриваемого технологического процесса сопровождается вредными и опасными факторами.

Опасные факторы – это движущие части производственного оборудования; стружка обрабатываемого материала; обломки инструментов; высокая температура поверхности обрабатываемой детали и инструмента; возможное появление электрического тока, при котором может произойти замыкание через тело человека.

При обработке стали 45 образуется металлическая стружка, имеющая высокую температуру и представляющая серьезную опасность не только для работающих на станке, но и для лиц находящихся вблизи станка. Опасность для глаз представляет не только отлетающая стружка, но и пылевые частицы обрабатываемого материала, осколки режущего инструмента.

Вредные факторы – повышенная запыленность воздуха в разработанном технологическом процессе отсутствуют, в отличие от базового, где применяется шлифование. Благодаря тому, что данные операции были ликвидированы или заменены на другие, мы добились того, что вредных для человека факторов стало меньше. Вредные факторы при запыленности следующие: для неядовитой пыли характерно раздражение и даже ранение пылинками слизистых оболочек дыхательных путей, приводящее к их воспалению, а при проникновении в легкие – к возникновению специфических заболеваний. Образование этой пыли имеет место при металлообработке. При сварке образуется пыль содержащая марганец, хром, фтор, которая является ядовитой. В результате действий ядовитых веществ у человека возникает болезненное состояние - отравление, опасность которого зависит от продолжительности действия, концентрации и вида яда. Сварочная пыль и пыль, образующаяся при шлифовании, могут явиться причиной заболевания пневмокониозом. Вредным так же является выделение тепла, поэтому возникает необходимость применения СОЖ (смазывающей охлаждающей жидкости).

Обработка в основном ведётся на станках с ЧПУ. Между станками поставлены ограждения от летящей стружки. Рабочие станочники в качестве индивидуальных средств защиты от летящей стружки должны пользоваться очками. Уборка стружки руками запрещена. Если уборка стружки не механизирована, то применяются крючки, щетки.

Вседвигающиеся части: зубчатые колеса, валы, вращающиеся детали и т. д. представляющие собой опасность для рабочих, должны быть заблокированы с концевыми выключателями. На станках с ЧПУ такие движения как подвод – отвод инструмента, его смена выполняется с высокой скоростью. Эти перемещения выполняются согласно программе и момент их совершения трудно предсказуем. Это увеличивает степень риска поражений. Данный фактор требует повышенного внимания рабочего и соблюдения инструкций по управлению станка.

Заготовки, детали у рабочих мест должны укладываться на стеллажи и в ящики способом, обеспечивающим их устойчивость и удобство захвата при использовании грузоподъёмных механизмов. Высоту штабелей заготовок на рабочем месте следует выбирать, исходя из условий их устойчивости и удобства, снятие с них деталей, но не выше 1 м; ширина между штабелями должна быть не менее 0,8 м. Освобождающую тару и упаковочные материалы необходимо своевременно удалять с рабочих мест в специально отведённые места.

3.2 Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов

В процессе обработки «барабана» на рабочего действуют следующие вредные и опасные производственные факторы, влияющие на здоровье и самочувствие человека:

- недостаточное освещение - может ухудшить зрение человека, а также косвенно влияет на безопасность труда и качество продукции;
- электрический ток - поражение электрическим током может привести к серьёзным травмам и смерти человека;
- движущиеся органы станков - могут нанести травму рабочему, поэтому на станках предусмотрены ограждения с концевыми выключателями, которые не позволяют начать обработку при убранном ограждении. Не допускается работать на станках в расстёгнутой одежде. Рабочие, имеющие длинные волосы должны убирать их под головной убор. Кроме того, т. к. обработка ведётся на станках с ЧПУ, существует вероятность получения травмы при смене инструмента, т. к. смена инструмента производится с большой скоростью и может быть для рабочего неожиданной;
- шум - ослабляет внимание человека, увеличивает расход энергии, замедляет скорость психических реакций, в результате повышается вероятность несчастных случаев;
- вибрация - может привести к развитию виброболезни;
- стружка - может привести к травме в виде порезов, особенно опасна сливная стружка;
- СОТС - может привести к развитию кожных заболеваний.

3.3 Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте

Свет (видимое излучение) представляет собой излучение, непосредственно вызывающее зрительное ощущение. В производственных помещениях используется три вида освещения:

- естественное (источником является солнце);
- искусственное (используются лампы накаливания, газоразрядные);
- смешанное (естественное и искусственное).

Нормальные условия работы в производственных помещениях могут быть обеспечены лишь при достаточном освещении рабочих зон, проходов, проездов.

Расчёт требуемого освещения производился по учебно-методическому пособию [15].

Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям СНиП 23–05–95. Величина коэффициента естественного освещения (KEO) для различных помещений лежит в пределах 0,1...12%.

$$KEO = \frac{E}{E_0} \cdot 100\%, \quad (3.1)$$

где E – освещённость на рабочем месте, лк;

E_0 – освещённость на улице (при среднем состоянии облачности), лк.

На участке предусмотрено искусственное освещение при помощи светильников типа “Универсаль” с лампами накаливания, в прозрачной колбе.

Рассчитываем требуемое количество светильников.

Высота подвеса светильника над рабочей поверхностью вычисляется по формуле:

$$h = h_2 - h_1 = 3 - 1 = 2 \text{ м.} \quad (3.2)$$

h_2 – высота подвеса светильников над полом, $h_2 = 3$ м;

h_1 – высота рабочей поверхности, $h_1 = 1$ м.

Расстояние между светильниками вычисляется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,8 \cdot 2 = 3,6 \text{ м.} \quad (3.3)$$

λ – наивыгоднейшее расположение светильников, $\lambda = 1,8$.

Исходя из размеров участка, выбираем число светильников равное двадцати.

Для определения коэффициента использования светового потока определим индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)}, \quad (3.4)$$

где S – площадь участка, $S = 300 \text{ м}^2$;

A – длина участка, $A = 20 \text{ м}$;

B – ширина участка, $B = 15 \text{ м}$.

$$i = \frac{300}{2 \cdot (20 + 15)} = 4,3$$

Световой поток лампы вычисляется по формуле:

$$F_n = \frac{E \cdot K_s \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta}, \quad (3.5)$$

где E – заданная минимальная освещённость, $E = 200 \text{ лк}$;

K_3 – коэффициент запаса, $K_3 = 1,5$;

z – коэффициент минимальной освещенности $z = 1,375$;

N – количество светильников, $N = 20$ шт;

η – коэффициент использования светового потока, $\eta = 0,4$.

Таким образом, участок должен освещаться 21 светильником «Универсаль» 700Вт построенных в три ряда по семь светильников.

$$F_n = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 300 \cdot 1,375}{20 \cdot 0,4} = 15468,8 \text{ лм.}$$

3.4 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места.

Вентиляция и кондиционирование

Микроклимат на рабочем месте в производственных помещениях определяется температурой воздуха, относительной влажностью, скоростью движения воздуха, барометрическим давлением.

Температура воздуха поддерживается постоянной зимой - за счет отопительных систем, летом – за счёт вентиляции.

Вентиляция – это организованный воздухообмен в помещениях. По способу перемещения воздуха подразделяется на:

- естественную (аэрация, проветривание);
- механическую (приточная, приточно-вытяжная).

По характеру охвату помещений различают:

- общеобменную;
- местную.

По времени действия:

- постоянно действующая;
- аврийная.

Работа вентиляционной системы создаёт на постоянных рабочих местах метеорологические условия и чистоту воздушной среды, соответствующие действующим санитарным нормам СанПиН 2.2.4.548096.

Применяется приточно-вытяжная вентиляция, т. к. при технологическом процессе обработки идёт малое выделение вредных веществ. У ворот цеха предусмотрена воздушная тепловая завеса, которая образуется при помощи специальной установки путём создания струй воздуха.

По периметру располагают воздуховод, имеющий приточный вентилятор. В нижней части воздуховода имеется щель, под которой на полу располагается решетка канала вытяжки. Струя приточного воздуха, выходя из щели со скоростью не более 25м/с, пронизывает всё воздушное пространство до решетки, где захватывается потоком воздуха вытяжного канала.

Воздушная тепловая завеса используется в холодное время года (ниже - 15°С) и препятствует проникновению холодного воздуха

Микроклимат производственного помещения обработки материалов резанием соответствует СанПиН 2.2.4.548096 и ГОСТ 12.1.005-88.

Основные параметры микроклимата представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Основные параметры микроклимата

Параметры	Величина параметра	
	оптимальная	Допустимая
Температура воздуха, С°	16...18	13...19
Относительная влажность воздуха, %	40...60	Не более 75
Скорость движения воздуха, м/с	Не более 0,3	Не более 0,5

Вывод: параметры микроклимата участка механической обработки не превышают или близки к основным допустимым параметрам микроклимата. Следовательно, со стороны микроклимата производственного помещения, на участников технологического процесса, вредное воздействие не оказывается.

3.5 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

При работе станков создаётся опасность поражения человека электрическим током. Для защиты от данного вредного фактора все станки должны быть заземлены. Все электрошкафы снабжены концевыми выключателями для исключения случайного попадания человека в зону действия электрического тока.

Защитное заземление является простым, эффективным и широко распространённым способом защиты человека от поражения электрическим током. Обеспечивается это снижением напряжения оборудования, оказавшегося под напряжением и землёй до безопасной величины.

Расчёт требуемого защитного заземления производился по учебно-методическому пособию [15].

На участке применяются искусственные заземлители – вертикальные стальные трубы длиной 2,5 метра и диаметром 40 мм.

Сопротивление одиночного заземлителя вертикально установленного в землю, вычисляется по формуле:

$$R_3 = \frac{\rho_3}{2 \cdot \pi \cdot l_m} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot h_m}{d} \right) = \frac{10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 250} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot 205}{4} \right) = 34 \text{ Ом}, \quad (3.6)$$

где d – диаметр трубы - заземлителя, $d = 4$ см;

ρ_3 – удельное сопротивление грунта, $\rho_3 = 10^4$ Ом·см;

l_m – длина трубы, $l_m = 250$ см;

h_m – глубина погружения трубы в землю, равная расстоянию от поверхности земли до середины трубы, $h_m = 205$ см.

Вычисляем требуемое число заземлителей формуле:

$$П = \frac{R_3}{R \cdot \eta} = \frac{34}{5 \cdot 0,8} = 8,5 \text{ шт.} \quad (3.7)$$

где η - коэффициент использования группового заземлителя, $\eta = 0,8$;

Принимаем количество заземлителей $П = 9$ шт.

Длину соединительной полосы вычисляем по формуле:

$$l_n = 1,05 \cdot a \cdot (П - 1) = 1,05 \cdot 5 \cdot (9 - 1) = 42 \text{ м.} \quad (3.8)$$

где a – расстояние между заземлителями, $a = 5$ м.

Сопротивление соединительной полосы вычисляем по формуле:

$$R_n = \frac{\rho_n}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot l_n^2}{h_n \cdot b} \right) = \frac{10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 4200} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot 4200^2}{80 \cdot 1,2} \right) = 4,8 \text{ Ом}, \quad (3.9)$$

где b – ширина полосы, $b = 1,2$ см;

l_n – длина полосы, $l_n = 4200$ см;

h_n – глубина погружения трубы в землю, $h_n = 80$ см.

Результирующее сопротивление по всей системе с учётом соединительной полосы и коэффициентов использования определяется по формуле:

$$R_c = \frac{R_z \cdot R_n}{R_z \cdot \eta_n + R_n + \eta_z \cdot П}, \quad (3.10)$$

где η_z – коэффициент использования труб контура, $\eta_z = 0,8$;

η_n – коэффициент использования полосы, $\eta_n = 0,7$.

$$R_c = \frac{34 \cdot 4,8}{34 \cdot 0,7 + 4,8 + 0,8 \cdot 9} = 4,6 \text{ Ом} < 10 \text{ Ом.}$$

Движущиеся органы станков могут нанести травму работающему, поэтому на станках предусмотрены ограждения с концевыми выключателями, которые не позволяют начать обработку при убранном ограждении. Не допускается работать на станках в расстёгнутой одежде. Рабочие, имеющие длинные волосы должны убирать их под головной убор.

Шум – любой нежелательный звук, воспринимаемый органом слуха человека. Представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты.

В борьбе с производственным шумом применяются методы:

- уменьшение шума (совершенствование технологических операций и применяемого оборудования);
- ослабление на пути следования шума (проводится акустическая обработка помещений, основанная на явлении поглощения звука волокнисто-пористыми материалами).

Экран устанавливается непосредственно вокруг металлорежущего оборудования и позволяет значительно снизить общий уровень шума на участке.

В качестве средств индивидуальной защиты от шума используется наушники типа ВЦНИИОТ-2, позволяющих на разных частотах шума снижать его уровень на 7...38 дБ.

Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 или ГОСТ 12.1.003-83 составляет 85 дБ.

Вибрация – механические колебания упругих тел или колебательные движения механических систем. По характеру действия на органы человека вибрацию подразделяют:

- на общую (действует на всё тело);
- местную (действует только на руки рабочего).

Для уменьшения уровня вибрации применяют виброизоляцию. Между источником и объектом помещаются упругие элементы – амортизаторы. По паспортным данным уровень вибрации на оборудовании, применяемом в

проектируемом технологическом процессе не превышает 87 дБ, что не превышает предельно допустимого уровня.

При обработке металлов резанием образуется стружка, которая подразделяется на стружку скалывания и сливную.

Станки снабжены пылестружкоотсасывающими системами. При помощи мощной насосной станции отсасывается пыль и стружка из зоны резания и транспортируется по трубопроводу в циклон. Циклон устанавливается на подставке. Вентиляция осуществляется по вытяжному трубопроводу.

При высоких скоростях резания стружка имеет высокую температуру $600\div 700^{\circ}\text{C}$, что может нанести ожоги.

Режимы резания выбраны с таким расчётом, чтобы сечение стружки делало её хрупкой и облегчало измельчение.

СОТС выбрана учитывая разрешение министерства здравоохранения РФ в соответствии с ГОСТ 12.3.025–80.

3.6 Психологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на данном рабочем месте

Правильное расположение и компоновка рабочего места, обеспечение удобной позы и свободы трудовых движений, использование оборудования отвечающего требованиям эргономики и инженерной психологии обеспечивают наиболее эффективный трудовой процесс, уменьшают утомляемость и предотвращают опасность получения травм и возникновения профессиональных заболеваний. Неправильное положение тела на рабочем месте приводит к возникновению статической усталости, снижению качества и скорости работы, а так же снижению реакции на опасность.

Таким образом, для обеспечения эффективной и безопасной трудовой деятельности работника нужно учитывать все выше перечисленные факторы. Их несоблюдение ведёт к психической нестабильности, а именно, раздражительности, нервозности и утомляемости работника, что негативно сказывается на здоровье работающего и на производстве.

Для рабочих участвующих в технологическом процессе обработки резанием, должны быть обеспечены рабочие места, не стесняющие их действий во время выполнения работы. На рабочих местах должна быть предусмотрена площадь, на которой размещаются стеллажи, тара, столы и другие устройства для размещения оснастки материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовых деталей и отходов производства. На каждом рабочем месте около станка на полу должны быть деревянные решётки на всю длину рабочей зоны, а по ширине не менее 0,6 м от выступающих частей станка. При разработке технологических процессов необходимо предусматривать рациональную организацию рабочих мест. Удобное расположение инструмента и приспособлений в тумбочках и на стеллажах, заготовок в специализированной таре, применение планшетов для чертежей позволяет снизить утомление и производственный травматизм рабочего.

3.7 Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций

С целью защиты работников и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий, предприятие создаёт и содержит в постоянной готовности необходимые защитные сооружения и организации гражданской обороны в соответствии с федеральными законами РФ от 21.12.94 №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера», от 12.02.98 №28 «О гражданской обороне» и постановлением правительства РФ №620 от 10.06.99 «О гражданских организациях гражданской обороны».

Производственные помещения, в которых осуществляется обработка резанием, должны соответствовать требованиям СНиП II–2–80, СНиП II–89–80, санитарных норм проектирования промышленных предприятий СНиП II–92–76. Участок должен быть оборудован средствами пожаротушения по ГОСТ 12.4.009–83:

На каждом участке должны быть оборудованы места для курения. На рабочих местах курить строго запрещается.

3.8 Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды

Проблема защиты окружающей среды одна из важнейших задач современности. Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоёмы достигают больших размеров.

Данное производство, т. е. разработанный технологический процесс обработки, не является вредным, нет значительных выбросов вредных веществ, пыли в атмосферу. Выбросы соответствуют допустимым по ГОСТ 17.2.302–78, поэтому их очистка не предусмотрена.

Заключение

В данном разделе были рассмотрены опасные и вредные факторы, возникающие в процессе изготовления изделия по разработанному технологическому процессу, влияющие на здоровье, самочувствие работающего и безопасность труда. Были разработаны мероприятия по защите от них, а именно:

- от поражения электрическим током, произведён расчёт и конструирование контурного заземляющего устройства;
- для обеспечения допускаемых параметров микроклимата разработана вытяжная вентиляция и тепловая завеса;
- для снижения общей вибрации станки установлены на виброизолирующих опорах типа АКСС;
- для улучшения освещённости рабочих мест, произведён расчёт и установка светильников «Универсаль»;
- от механических повреждений стружкой, станки оборудованы стружкопылеприёмниками с вытяжной вентиляцией.

Большинство опасных и вредных факторов удалось устранить или значительно снизить их негативное влияние, однако влияние некоторых вредных факторов не удалось предотвратить, неоптимальные параметры микроклимата, т. к. отсутствует система кондиционирования воздуха, поэтому в летний период возможно возникновение отклонений параметров микроклимата (температуры и относительной влажности) на рабочем месте.

В целом же можно сказать, что условия труда на рассматриваемом участке являются достаточно комфортными и безопасными, что способствует снижению показателей травматизма, а так же благоприятствует повышению производительности труда.

Список используемых источников

1. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 464 с.
2. ГОСТ 7505-89 ”Поковки стальные штампованные”, 26 с.
3. ГОСТ 1050-88 ”Сталь качественная и высококачественная. Сортовой и фасонный прокат. Калиброванная сталь”, 12 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т1/ Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.
5. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т2/ Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
6. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/ А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. - М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
7. Общемашиностроительные нормативы резания для технического нормирования на металлорежущих станках. - М.: Машиностроение, 1967. – 412
8. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и поготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. - М.: Машиностроение, 1967. – 410с.
9. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. М.: Машиностроение, 1971. – 384 с.
10. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т1/ Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова. - М.: Машиностроение, 1984. – 592 с.
11. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т2/ Под ред. Б.Н. Вардашкина, В.В. Данилевского. - М.: Машиностроение, 1984. – 656 с.
12. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. – Л.: Машгиз, 1960. – 624 с.
13. Расчет экономической эффективности новой техники. Справочник/ Под ред. К.М. Великанова. – Л.: Машиностроение, 1990. – 448 с.

